



都市基盤安全工学国際研究センター

東京大学生産技術研究所

老朽化構造物の サステナビリティに関する研究

サステナブル構造システム研究委員会

平成15年度報告書

RC-39 サステナブル構造システム研究委員会
老朽化構造物 WG 活動報告書

老朽化構造物のサステナビリティに関する研究

平成 16 年 3 月

まえがき

20 世紀の我が国は欧米諸国に追いつくことを最大目標に、産業の育成、設備の拡充、新製品の製造等に全力を尽くしてきた。その結果、経済は高度に成長し我が国は世界的に見ても裕福な国に変貌した。しかし、この代償として膨大な社会資本ストックの存在、地球温暖化に代表される環境破壊が問題視されており、循環型社会形成が急務であるとされている。一方、経済に目を向けると 21 世紀を迎えた現在、我が国経済はバブル崩壊後 10 年間以上もの長きにわたる低迷を続けているという現実がある。このように経済が低迷している状況の中で環境問題という制約が生じるのは、「泣きつ面に蜂」な状況にあると考えられるが、これは、過去に我々が経験してきた社会活動を継続する場合に想定される状況である。このような既成概念のもとでは、今後も負の遺産を子孫に残すことになる。つまり、これまでとは全く異なる視点からの検討が必要となり、膨大な社会資本ストックの管理に携わる我々の使命は極めて高いといえる。

このような現状を鑑み、都市基盤安全工学国際研究センターでは（財）生産技術研究奨励会の特別研究会として、サステナブル構造システム研究委員会を発足し民間企業 18 社とともに、平成 14 年度から 2 年間の活動を実施した。本研究委員会では、前述した膨大な社会資本ストックへの対応および環境破壊問題への対応など、今後、持続的な生存が可能となるために必要となる事項を、以下の 5 つの観点から検討を行った。①老朽化構造物のサステナビリティに関する研究、②多様化する都市型災害の低減に関する研究、③リモートセンシングデータを用いた阪神地区の都市気候数値シミュレーション、④環境低負荷型都市のあり方に関する研究、⑤サステナブル構造のためのモニタリング手法。都市基盤に携わる技術者・研究者の視点から検討し、これまでに無い視点から検討を行ったものであり、これらの研究成果が今後、この分野における発展の一助となれば幸いである。

最後に本研究委員会の活動にあたり、終始熱心なご協力をいただいた委員諸氏ならびに関係各位に厚く御礼申し上げる次第である。

平成 16 年 3 月

サステナブル構造システム研究委員会
委員長 魚本健人

サステナブル構造システム研究委員会(平成 15 年度)

委員会名簿

委員長	魚本 健人	東京大学生産技術研究所	教授
委員	安岡 義文	東京大学生産技術研究所	教授
	Misra Sudhir	東京大学生産技術研究所	客員教授
	高橋 健文	東京大学生産技術研究所	客員教授
	瀬戸島 正博	東京大学生産技術研究所	客員教授
	目黒 公郎	東京大学生産技術研究所	助教授
	大岡 龍三	東京大学生産技術研究所	助教授
	Dutta Dushumanta	東京大学生産技術研究所	助教授
	加藤 佳孝	東京大学生産技術研究所	講師
	遠藤 貴宏	東京大学生産技術研究所	助手
	吉村 美保	東京大学生産技術研究所	助手
	藤田 久和	(株)建設企画コンサルタント	東京事業本部 技術センターセンター長
	菊池 禎二	営業本部	専務取締役
*	柴 慶治	清水建設(株)	技術研究所企画部開発企画グループ長
	栗田 守朗	清水建設(株)	技術研究所社会基盤技術センター主任研究員
	高橋 郁夫	清水建設(株)	技術研究所先端技術開発センター主任研究員
	岡田 敬一	清水建設(株)	技術研究所先端技術開発センター主任研究員
	平間 敏彦	清水建設(株)	エンジニアリング事業本部 主査
	岡本 卓慈	(株)計測リサーチコンサルタント	代表取締役
	羅 黄順	(株)計測リサーチコンサルタント	企画開発室
	菅野 安男	基礎地盤コンサルタンツ(株)	保全部 部長
	野田 典広	基礎地盤コンサルタンツ(株)	環境部
	丸茂 文夫	(株)東横エルメス	ソリューション事業部
	山本 郁夫	(株)東横エルメス	特機・事業部
*	福島誠一郎	東電設計(株)	技術開発本部防災プロジェクト部
	佐藤 登	三協(株)	代表取締役
*	天野 玲子	鹿島建設(株)	土木管理本部土木技術部 次長
	椿 治彦	鹿島建設(株)	土木管理本部土木技術部 課長
	高木 賢二	鹿島建設(株)	技術研究所 LCEM プロジェクトチーム 主任研究員
	北田 健介	鹿島建設(株)	技術研究所 地球環境・バイオ Gr. 研究員
	上田 純広	鹿島建設(株)	IT ソリューション部 エンジニアリングシステム Gr.

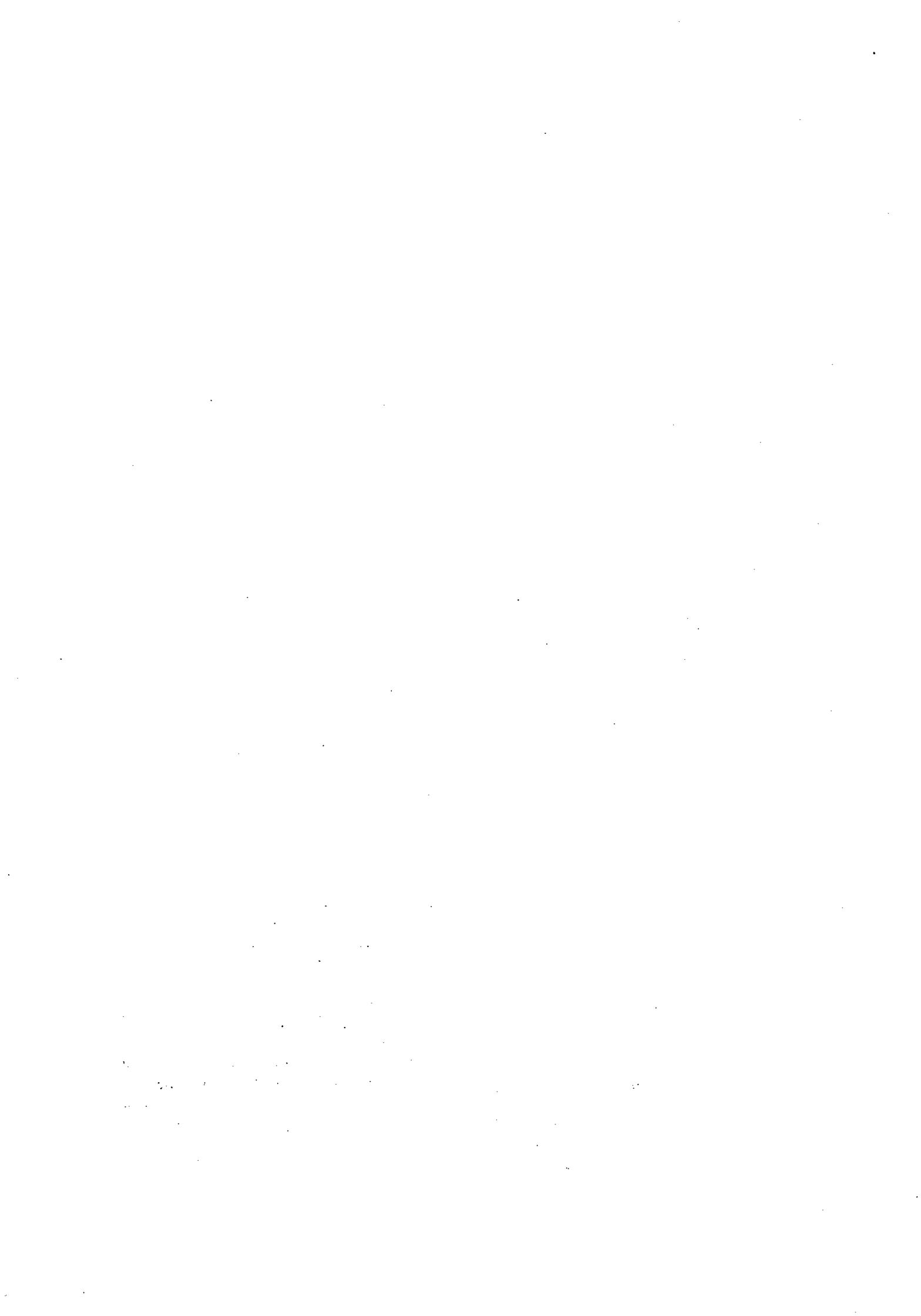
*赤松 幸生	国際航業(株) 技術センター 赤松研究室 室長
虫明 成生	国際航業(株) 技術センター
船橋 学	国際航業(株) ミレニアム事業本部
山内 大祐	国際航業(株) 地盤環境エンジニアリング事業部
古市 眞	中日本航空(株) 事業開発部 部長
渡辺 仁	中日本航空(株) 事業開発部
宮坂 聡	中日本航空(株) 事業開発部リモートセンシング担当 課長
吉田 夏樹	中日本航空(株) 事業開発部
赤池 勝明	中日本航空(株) 事業開発部
川村 哲也	東京電力(株) 国際部海外コンサルティンググループ課長
*中井 秀信	東京電力(株) 建設部土木・建築技術センター 都市土木技術グループ
高田 励	東京電力(株) 建設部海外事業グループ
清水 隆史	(株)建設技術研究所 構造部 課長
山根 立行	(株)建設技術研究所 構造部
石田 辰英	(株)建設技術研究所 情報部
関谷 成人	西武建設(株) 業務推進部 研究員
二木 重博	アジア航測(株) コアテクノロジー事業部 防災グループ技術部長
今村 遼平	アジア航測(株) 関東防災地質部 顧問
小林 公一	アジア航測(株) 関東防災地質部 防災地質課 係長
佐藤 幸孝	アジア航測(株) 関東防災地質部 防災地質課
滝川 正則	アジア航測(株) コアテクノロジー事業部 応用計測グループ
水谷 信之	アジア航測(株) 業務企画室 室長
肥田 研一	(株)千代田コンサルタント 事業本部 構造・保全部長
田中 芳行	(株)竹中土木 技術本部 企画グループリーダー
安藤慎一郎	(株)竹中土木 技術本部技術本部 技術グループ
和田 直也	(株)竹中土木 技術本部技術研究所 建設技術開発本部構造材料グループ
松本 由美子	(株)竹中土木,技術本部技術本部 技術グループ
山田 哲也	三井住友建設(株) 技術研究所 建築研究開発部 建築構造研究室
岡田 昌澄	首都高速道路公団 保全施設部保全技術課

(*印 : 幹事)

WG メンバー一覧表

氏名	会社名	所属
小林 公一	アジア航測(株)	関東防災地質部
竹内 敏也	アジア航測(株)	D&E事業統括部
二木 重博	アジア航測(株)	コアテクノロジー事業部
菅野 安男	基礎地盤コンサルタンツ(株)	保全部
岡本 卓慈	(株)計測リサーチコンサルタント	代表取締役
羅 黄順	(株)計測リサーチコンサルタント	企画開発室
藤田 久和	(株)建設企画コンサルタント	技術センター
清水 隆史	(株)建設技術研究所	構造部
山根 立行	(株)建設技術研究所	構造部
石田 辰英	(株)建設技術研究所	情報部
虫明 成生	国際航業(株)	技術センター
山内 大祐	国際航業(株)	国土空間事業本部
佐藤 登	三協(株)	代表取締役
栗田 守朗	清水建設(株)	技術研究所
柴 慶治*	清水建設(株)	技術研究所
安藤 慎一郎	(株)竹中土木	技術本部
和田 直也	(株)竹中土木	竹中技術研究所
肥田 研一	(株)千代田コンサルタント	事業本部
丸茂 文夫	(株)東横エルメス	計測事業部
目黒 公郎	東京大学生産技術研究所	都市基盤安全工学国際研究センター
加藤 佳孝	東京大学生産技術研究所	都市基盤安全工学国際研究センター

(*印 : 幹事)



老朽化構造物のサステナビリティに関する研究 目 次

まえがき

委員会の構成

1.	はじめに	1
2.	老朽化構造物検討のアプローチ	2
2.1	老朽化構造物の研究討方法	2
2.1.1	研究の4側面	2
2.1.2	ケーススタディ	3
2.1.3	フォーラムおよび講演会	3
2.1.4	研究の進め方	4
2.2	老朽化構造物の「寿命」	4
2.3	老朽化構造物の機能	6
2.3.1	3つの老朽化限界	6
2.3.2	使用性の評価方法	7
2.3.3	安全性の評価方法	8
2.4	老朽化構造物の資産価値	8
2.4.1	資産価値の評価にあたっての費用便益分析手法	9
2.4.2	費用便益分析の適用状況 ―日本と他国との比較―	11
2.4.3	「道路投資の評価に関する指針（案）」	12
2.4.4	アセットマネジメントにおける資産評価	14
3.	老朽化構造物をはかる「ものさし」 ～「万国橋」を対象にして～	16
3.1	万国橋の概要	16
3.1.1	万国橋の沿革	16
3.1.2	万国橋の現況	19
3.2	万国橋周辺状況の変遷と将来計画	20
3.2.1	地図にみる変遷	20
3.2.2	将来計画	31
3.3	物理的側面からの検討	40
3.3.1	万国橋の現状	40
3.3.2	安全性からの寿命の推定	42
3.3.3	万国橋の使用性からの寿命	51
3.3.4	まとめ	54
3.4	機能的側面からの検討	55
3.4.1	万国橋周辺の交通量の推移及び貨物量の推移	55
3.4.2	水上交通の推移	58
3.4.3	観光客の推移	63

3.4.4	まとめ	72
3.5	経済的側面からの検討	73
3.5.1	検討方針	73
3.5.2	建設時における試算	76
3.5.3	拡幅時の試算	84
3.5.4	将来の試算1（道路橋の機能改良）	93
3.5.5	将来の試算2（観光橋に特化）	103
3.5.6	まとめ	114
3.6	万国橋の検討から見えるもの	115
4.	「老朽化構造物」の検討課題	117
5.	まとめ	119
6.	活動経過	120
	謝辞	127
	（付録）議事録	128

1. はじめに

平成 15 年版国土交通白書によると、国土交通省所管の社会資本ストック量は、1950 年には約 8 兆円であったものが、2001 年に約 405 兆円となり、約 50 倍のストックを抱えている状況にある。また、ストック量をベースに単純に予測された 2025 年における維持管理および更新費用は、約 10 兆円と試算されている。今後、約 10 年間は約 1500 億円／年のペースで維持管理・更新費用への投資の増額が必要となり（2001 年度の維持管理・更新費用は約 4.1 兆円）、さらに、約 15 年後（2018 年頃）からは高度経済成長期に急速に整備されたストックの影響を受け、約 4000 億円／年の投資増額が必要となる。コンクリートは、安価であるとともに、マシブな構造物を建設する上で欠かすことのできない建設材料であるため、社会資本ストックの多くを占めている建設材料である。従来、コンクリート構造物はメンテナンスフリーであると考えられてきたが、1980 年代以降、高度経済成長期に建設されたコンクリート構造物の早期劣化に関する問題が顕在化した。その原因は設計、材料、配合、施工の各段階における知識不足やミスによるものであり、その後、コンクリート構造物の経年劣化への関心が高まり、メカニズムの解明および予測手法、劣化のモニタリング、補修・補強技術等の開発が盛んに行われている。さらに、メンテナンスコストまでを考慮した LCC の概念も提案されてはいるが、残念ながら何れも実際の社会基盤ストックのメンテナンスへ適用可能な技術として確立していない。この原因は、個別の技術が未成熟であることもあるが、対象とする社会資本ストックの「性能」が明確に定義できないため、劣化の程度はある程度推定可能であったとしても、延命すべきか否かの判断が明確にできないことによると考えられる。

一言に「性能」と記述することは容易であるが、個々の社会資本ストックに要求される「性能」とは何か？概念的な記述をすれば、「物理的側面」、「機能的側面」、「経済的側面」となるが、では、どのように定量的に評価するか？また、相互の評価結果の関係はどのように考慮すべきか？などの疑問が残る。また、個々の側面に関しては現状でも検討されているが（例えば、コンクリートエンジニアであれば物理的寿命予測）、3 つの側面から総合的に検討した例はほとんど無い。

このような現状を鑑み、老朽化構造物 WG では、3 つの側面からの検討を行うとともに、社会資本ストックの維持管理規範（「制度設計側面」）の確立を目指し、横浜市にある築約 65 年のコンクリート道路橋「万国橋」をケーススタディーの対象とし、実行力のアセットマネジメントを実現するために必要となる検討課題を抽出した。

2. 老朽化構造物検討のアプローチ

2.1 老朽化構造物の研究討方法

2.1.1 研究の4側面

老朽化構造物 WG では、老朽化構造物に関して、次の4つの側面から研究・検討を行った。研究対象として都市部の社会基盤構造物のうち、主として道路橋、高架橋、トンネルを想定したが研究成果は広く一般の土木構造物にも展開できることを念頭に研究を進めた。

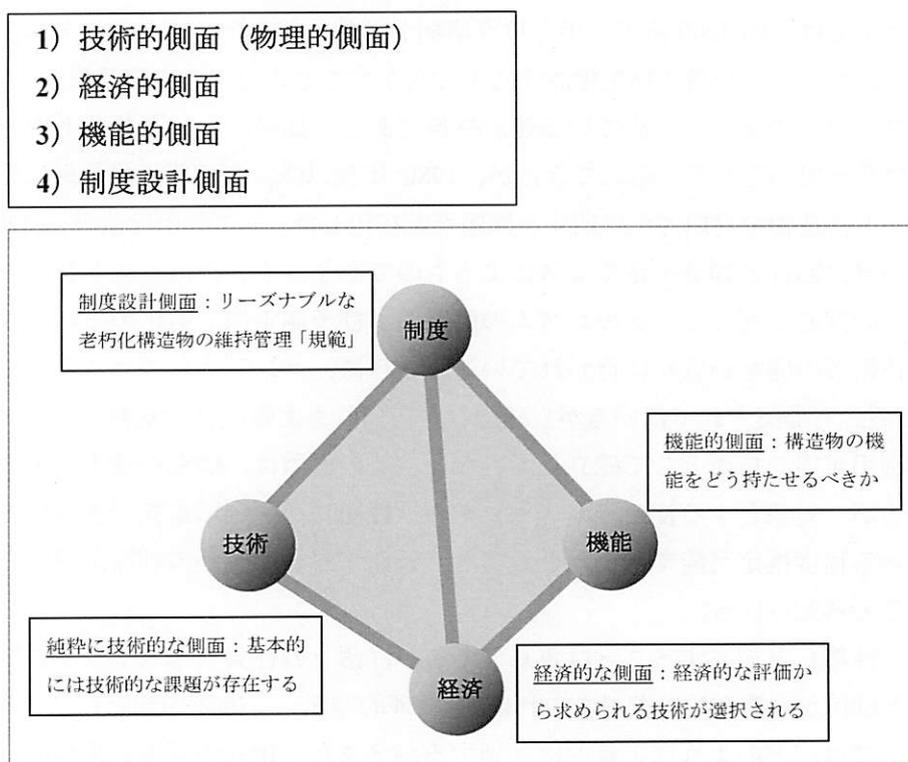


図-2.1.1.1 老朽化構造物研究4つの側面 概念図

「技術的側面」は老朽化構造物に関する純粋に技術的な課題の検討である。後述する経済的側面、機能的側面、制度設計をサポートする調査・点検・モニタリング技術、補修・補強技術、総合的な評価システムに関する検討を行い、次ステップの研究課題を抽出した。

「経済的側面」は土木構造物に関する経済的側面からの検討である。ここでは土木構造物の「耐用年数 (寿命)」・「資産価値」の考え方を整理・検討した。

「機能的側面」は土木構造物に関する機能的側面からの検討である。土木構造物の有する「機能」について検討し、「機能とは何か」についてコンセンサスを形成し、「耐用年数」を機能的側面から考察した。平易に表現すれば「まだ使える構造物をいかにうまく使っていくか」、「更新すべき構造物をどのような『ものさし』で公平に選択するか」について検討し、次ステップの研究課題を抽出した。

「制度設計側面」は、「技術的側面」「経済的側面」「機能的側面」を束ねる総合的な検討課題である（図-2.1.1.1 参照）。土木構造物が本来有している寿命の前に取り壊されてしまう理由を解明し、土木構造物の「耐用年数・要求性能・使用限界」を定める方策を検討し、耐用年数に応じた合理的運用方法を検討した。

2.1.2 ケーススタディ

上記の4つの側面から老朽化構造物を研究するに際しては、横浜市にある築約60年のコンクリート道路橋「万国橋」を対象としてケーススタディを行い、具体的な事例分析を通して理解を深めた。検討項目は安全性からの寿命推定、交通量の推移を通じた機能的検討、建設時・拡幅時および将来におけるコスト試算によるアセットマネジメントの検討などであり、詳細は第3章で述べる。

2.1.3 フォーラムおよび講演会

本研究内容に造詣の深い専門家を招聘してフォーラムおよび講演会を開催した。概要を以下に記す。

(1) フォーラム「ストック・アンド・メンテナンス時代のマネジメント」

日時：平成15年5月14日（水） 午後1時～5時半

場所：東京大学生産技術研究所 第5会議室

講師および演題：

- ① 上田孝行氏（東京工業大学）「代表的な維持更新戦略とインフラの経済価値」
- ② 渡邊茂氏（国土交通省）「更新時代への対応」
- ③ 堀田昌英氏（東京大学）「温情主義的合意形成論の功罪」

WG委員の問題認識の共有化を図り、老朽化構造物研究の方向付けをすることを主な目的として開催。講演の後、WG側から本研究委員会および老朽化構造物WGの概要と研究課題について話題提供があり、社会資本の寿命・更新時期を決定するに際しての経済的および機能的側面、さらに社会資本の持続的使用を可能とする制度的側面について活発な意見交換を行った。

(2) 講演会「道路の資産評価と便益について」

日時：平成15年12月2日（火） 午後5時半～7時

場所：東京大学生産技術研究所 Bw601号室

講師および演題：

串戸均氏（首都高速道路公団）「道路の資産評価と便益について」

約10ヶ月にわたるWG活動で生じた、老朽化構造物の考え方に対する委員の疑問を当該分野の専門家に尋ね、次ステップへの研究につなげることを意図して開催。資産計上する上での高速道路の価値の考え方、収支の構造、アセットマネジメントに対する考え、GISの活用などについて情報提供と活発な意見交換がなされた。

なおフォーラムおよび講演会の詳細は巻末の議事録に掲載した。

2.1.4 研究の進め方

研究を進めるに際しては、WGを「経済的側面」と、「機能的側面+制度設計側面」の2つの検討グループ(SWG)に分けた。後者はさらに物理的側面についても検討を加えた。

ケーススタディを中心とする具体的作業は両グループで分担して行うものの、グループ間の連携を計り、WGとして情報を共有しベクトルを保つために課題設定および検討結果はWGで報告し、情報交換および議論の場とした。

グループの構成を表-2.1.4.1に示す。

表-2.1.4.1 検討グループ(SWG)の構成(順不同敬称略)

SWG1:「経済的側面」検討グループ <u>栗田</u> 、二木、小林、羅、清水、山根、石田、山内、栗田、安藤、和田、加藤、柴
SWG2:「機能的側面+制度設計側面」検討グループ <u>肥田</u> 、二木、菅野、羅、藤田、虫明、佐藤、栗田、丸茂、目黒、柴

注:氏名の下線はSWGの主査

2.2 老朽化構造物の「寿命」

「機能的側面+制度設計側面」SWGでは、老朽化構造物の寿命を構成する要素を機能的側面、物理的側面、経済的側面に分けて道路、鉄道、港湾等の社会資本に着目し、分析を行った。

社会資本構造物の機能的側面から寿命は、社会資本構造物の立地目的であると考え、機能的な寿命を構成する要素として、アクセス機能、利用者の安全性、使用性(機能的な)、機能向上とした。

また、物理的側面からの寿命は、社会資本構造物の機能的が維持できる構造物の性能であると考え、物理的な寿命を構成する要素は、「コンクリート標準示方書維持管理編」¹⁾を参考に、安全性(安定性)、使用性、周辺環境への影響性、耐久性とした。

経済的側面からの寿命は、社会資本構造物の機能が経済的に維持されるかの観点から、社会資本構造物の収益と損益とした。なお、経済的側面からの検討は、「経済的側面」SWGで行った。

図-2.2.1には、機能的側面、物理的側面、経済的側面から見た寿命の構成要素を示す。

なお、「機能的側面+制度設計側面」SWGのケーススタディは、図-2.2.1に基づき検討を行った。

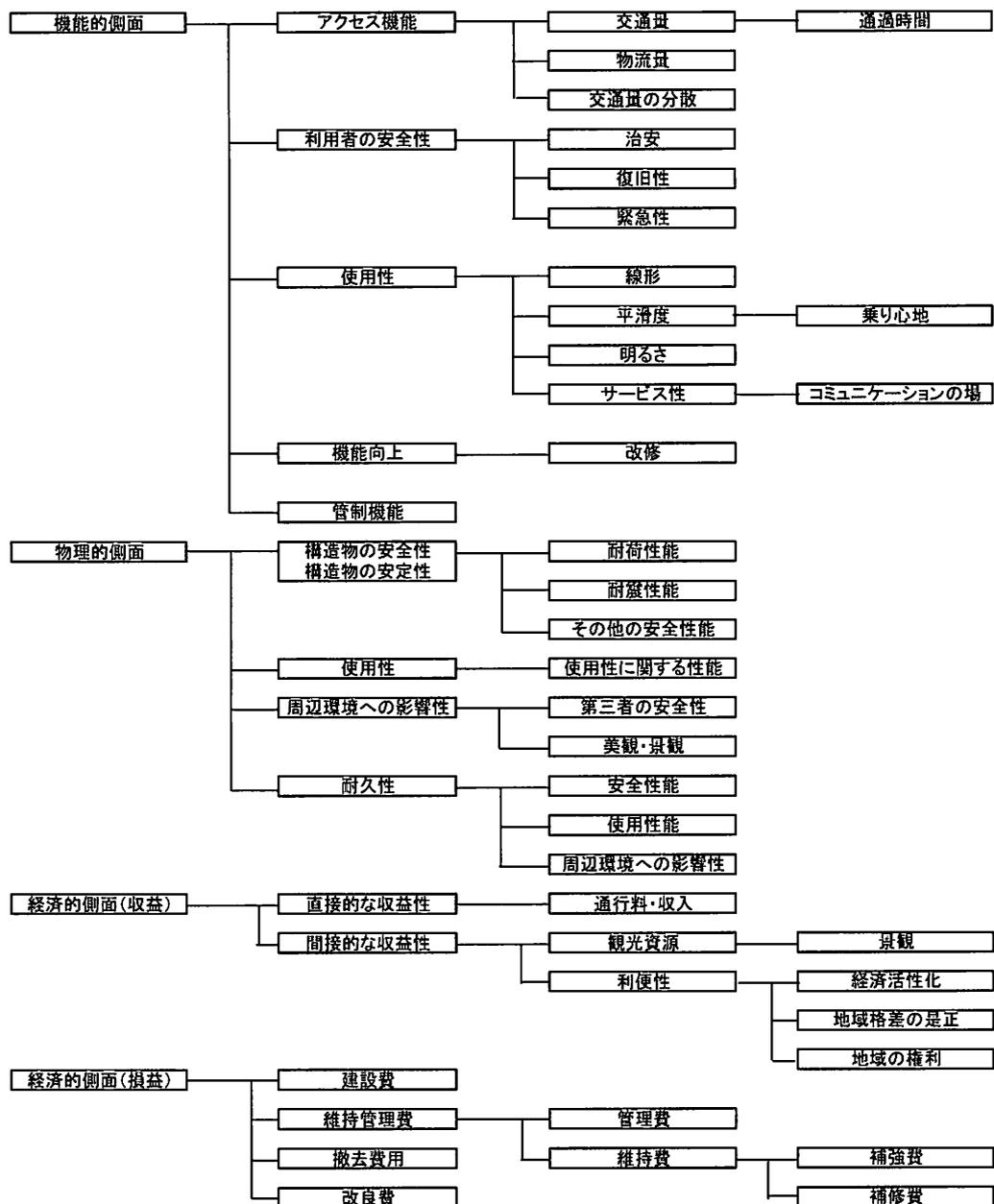


図-2.2.1 寿命の構成要素

(参考資料)

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書 維持管理編、2001年1月

2.3 老朽化構造物の機能

2.3.1 3つの老朽化限界

構造物の安全性が確保されていても、変状などが進むと、設置目的を達成するための機能が確保されなくなり、使用上の支障が生じる。この限界を使用性限界と呼ぶ。

変状などが使用性限界を超えた場合でも、修復を行うことで、使用性を回復することができる。しかし、変状などがある状態を超えると、適用可能な技術でかつ妥当な経費および期間の範囲では修復が困難になる。この限界を修復限界と呼ぶ。

修復限界を超えて変状が進むと、もはや使用性を回復することはできなくなる。これが、使用性からの寿命と考えることができる。さらに、変状などが進めば、安全性が確保されない終局限界に至り、安全性からの寿命となる。

これらの状態のイメージを図-2.3.1.1 に示す。既存構造物では、縦軸は応力度などの部材の負荷状態を表す項目に、横軸はひび割れ、変位・変形、振動などの、点検・調査で評価可能な項目に読み替えることもできる。

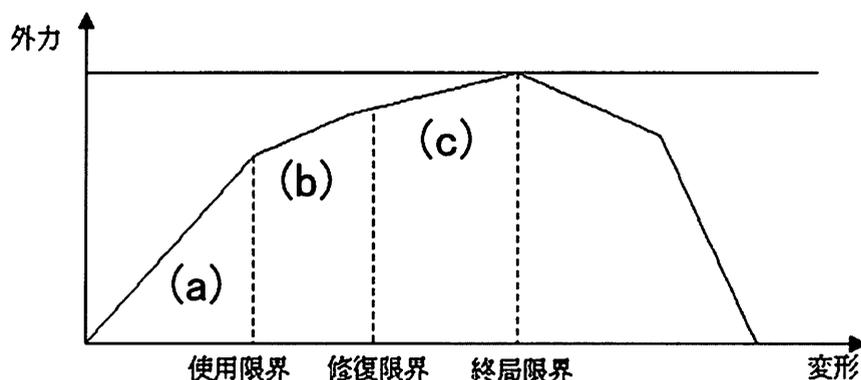


図-2.3.1.1 各限界状態のイメージ¹⁾

(a)の範囲にある場合は、使用性が保たれているため、明らかに寿命には達していない。

(b)の範囲にある場合は、適切な修復を行うことで、使用性を回復でき、使用性からの寿命を回避できる。しかし、変状の種類によっては、変状の進行を遅くすることは出来ても、修復することができないものがある。この場合は、(b)の状態は存在せず、使用限界に達した時点が使用性からの寿命となる。

(c)の範囲にある場合は、もはや使用性の回復は不可能であり、既に使用性からの寿命に達していることになる。ただし、構造物や変状の種類によっては、終局限界まで、使用性が保たれるものもある。このような場合は、使用性からの寿命は、安全性からの寿命と一致する。

従って、使用性からの寿命を延ばすためには、適切な維持管理で、変状の進行を遅くすることが必要であり、変状の修復は使用限界を超える前に、遅くとも修復限界を超える前

に実施しなければならない。

各限界は、構造物の目的などに応じて異なる。使用限界については社会情勢と共に変化する可能性がある。また、修復限界は使用限界と終局限界の間に位置付けられているが、明確に定まったものがあるわけではない。修復技術の進歩によって、修復限界は終局限界に近づいて行くものと考えられる。

2.3.2 使用性の評価方法

表-2.3.2.1 に土木学会で検討しているコンクリート構造物の使用性の項目と評価の指標を示す。

表-2.3.2.1 使用性の項目と照査指標²⁾

項目	項目の説明	精緻な照査指標	簡便な照査指標
乗り心地・歩き心地（振動使用性）	車両の乗客・歩行者の体感	乗客・歩行者に伝わる応答加速度または応答速度	たわみ、段差、隙間、折れ角、舗装面
振動特性（環境振動・騒音）	近隣者の体感	発生する振動レベル	たわみ、段差、隙間、折れ角
景観	景観	照査しない	
視覚的快適性（見た目の快適性）	近景	ひび割れ幅、ひび割れ密度 汚れの領域の大きさ、汚れの密度	
視覚的安全性（見た目の安心感）	中・近景	たわみ、ひび割れ幅、ひび割れ密度	
耐騒音性	車両の乗客・歩行者に対する騒音	発生する音圧レベル	舗装面、段差、隙間
耐臭気性・耐湿気性	使用者・近隣者への臭気、湿気	構造物近傍での臭気物質の濃度、湿度	臭気物質の使用量 表面付近の含水率
水密性	水の漏洩	単位時間あたりの透過水量	コンクリートの透水性、打継ぎ目・ひび割れの有無、ひび割れ幅、ひび割れ密度
気密性	気体の漏洩	単位時間あたりの透気量	コンクリートの透気性、打継ぎ目・ひび割れの有無、ひび割れ幅、ひび割れ密度
遮音性	近隣者への騒音	構造物からの漏洩音圧レベル	遮音壁の考課の実績
遮熱性	近隣者への熱の漏洩、輻射熱の反射	漏洩する熱エネルギー、反射する熱エネルギー	構造物外壁の厚さ、表面の反射特性
その他の物質・エネルギー遮蔽性	タンク、エネルギー関連施設	単位時間あたりの当該物質・エネルギーの透過量	

使用性の項目は多岐にわたるが、一般にコンクリート橋に関連するものは以下の項目と考えられる。

- ・ 乗り心地、歩き心地（振動使用性）
- ・ 耐振動性（環境振動・騒音）
- ・ 視覚的快適性（見た目の快適性）
- ・ 視覚的安全性（見た目の安心感）

- ・耐騒音性
- ・遮音性

これらの中には、社会情勢と共に変化するものもある。

これらを大まかに評価する指標となるのは、以下のものとなる。

- ・たわみ、段差、隙間、折れ角、舗装面
- ・ひび割れ幅、ひび割れ密度
- ・汚れ領域の大きさ、汚れの密度
- ・表面付近の含水率
- ・遮音壁の効果の実績

また、精緻（定量的）に評価するためには、以下の指標が使われる。

- ・乗客、歩行者に伝わる応答加速度または応答速度
- ・発生する振動レベル
- ・発生する音圧レベル
- ・構造物からの漏洩音圧レベル

これらに基づいて、まずは使用性を評価する。その結果、使用限界を超えるもの、近い将来において超えそうなものについては、修復限界を超えるているか、超えていなければ超えるまでの期間について評価を行う。現時点で、修復限界を超えているものについては、構造物の重要性や変状の状況に応じて、経費と期間の条件を無視してでも対策を講じて、寿命を延ばすことになる。

2.3.3 安全性の評価方法

老朽化構造物の安全性は、一時的な荷重が作用し変状が発生する損傷に対しては、耐荷性能と耐震性能を評価することとなる。

また、時間の経過に伴い変状が発生する劣化の安全性評価は、劣化機構により生じる鋼材腐食に伴う性能の低下に着目して行うこととなる。

（参考文献）

- 1) 国土交通省：土木・建築にかかる設計の基本、平成14年10月21日付けWEBより
- 2) 土木学会：コンクリート技術シリーズ No.32 コンクリート標準示方書改訂に関する中長期ビジョンーコンクリート委員会・示方書小委員会幹事会報告一、平成11年9月27日

2.4 老朽化構造物の資産価値

我が国の社会基盤の整備はその時々々の要請に応える形で着実に実施されてきた。そのストック量は1998年現在、約603兆円に及び、国民生活の基盤としてその大きな役割を果たしているが、「コンクリート片の剥落事故」を契機として、高度経済成長期に大量供給されたコンクリート構造物の早期劣化など、老朽化したストックの維持更新が大きな問題とな

っている。

「国土交通白書」によれば、これらストックの機能を今後とも維持するには、2001～2025年の予測総投資額 600 兆円のうち、その3分の2にあたる 418 兆円は維持更新費用としなければならないとされている。

一方、未だ厳しい社会経済情勢の中であって、社会基盤の整備に対する要求項目は、従来とは大きく異なる傾向になっている。事業毎にその投資効果や効率性が求められており、適切に社会基盤の維持管理を行っていくためには、施設全体をマネジメントする体制あるいはその情報を把握する体制が必要である。

このような中で、説明責任の確保という視点、顧客主義や組織経営の観点から「管理会計的アプローチ」、「利用者満足度に基づくサービス指標」さらに「業績や成果に基づく目標管理」等が望まれ、老朽化構造物の資産価値を適切に評価することが必要となっている¹⁾。

以下、老朽化構造物の資産価値の評価に関して、今回の事例検討にて用いた評価手法および各種指標について示す。

2.4.1 資産価値の評価にあたっての費用便益分析手法

資産価値の評価にあたって、事業を実施することによる便益と事業を実施する費用を算出し、便益(benefit)と費用(cost)との比較によって事業の評価を行う、費用便益分析が行われる。費用・便益の計測方法には、数多くの手法があるが、概ね次のように大別できる。

- ①消費者余剰アプローチ：プロジェクト評価の便益計測として、利用者の社会資本サービスへの需要を予測し、それから利用者(消費者)余剰の変化分を算出して、それを便益とする方法。
- ②ヘドニックアプローチ：プロジェクトの効果は最終的には土地資産価値の増加として土地所有者へ帰着することを前提として、土地資産価値を計測すればプロジェクトの便益が測れるとする手法。
- ③価値意識法：想定される状況に対する支払い意志額を直接個人に質問して計測しようとする手法。
- ④応用一般均衡モデル：後述する「便益帰着構成表」に示される個別現象をそれぞれモデル化、計測することにより、各項目の整合性を保った形式で評価値を算出する方法。
- ⑤統合都市モデル：従来土地利用交通モデルと呼ばれていた一連のモデルを、地域・都市経済理論と整合するように改変し、交通や立地といった空間的分布を持つ経済活動を一つの理論的フレームの中で包括的に表現しようとする方法。

費用便益分析にあたって、1)定量的に評価できるものとできないものがあり、2)定量的に評価しては行けないもの、3)定量的に評価できるものの中にも貨幣タームで評価できるものとできないもの、4)公平性について考慮していない、といった批判もある。

これらに対応して、受益者、損失者の具体化と、それらの受益額、損失額を明示する点

に着目して開発・提案された方法が「便益帰着構成表」である。

ここで、便益帰着構成表は、あるプロジェクトに対して、誰が便益を受け、誰が費用を負担しているかを体系的に整理しようとするものである。社会経済モデルとして、以下の項目を仮定している。

- ①社会は1個の世帯、2つの企業(私的生産部門)、交通部門及び政府からなるものとする。
- ②企業は、財1(合成財)および財2を生産する。その生産には、財3(交通)、財4(土地)、財5(労働)を要するものとする。
- ③消費に要する時間を明示的に表現するために、財2と財3を消費するには1単位当たり t_2 と t_3 の消費時間を要するものとする。
- ④交通以外の財については、完全競争市場であり、静学的な意味で長期的に均衡状態であるものとする。

表-2.4.1.1に変数および記号を示す。

表-2.4.1.1 変数および記号

	量			価格	単位消費 所要時間	世帯の所有量
	世帯部門	企業部門	交通部門			
財1(合成財)	x_{i1}	y_{j1}	z_1	$p_1=1$	0	$\pi_{i1} + \pi_{i2} + s_i + l_i$
財2	x_{i2}	y_{j2}	z_2	p_2	t_2	0
財3(交通)	x_{i3}	y_{j3}	z_3	p_3	t_3	0
財4(土地)	x_{i4}	y_{j4}	z_4	p_4	0	\bar{x}_{i4}
財5(労働)	x_{i5}	y_{j5}	z_5	p_5	1	\bar{x}_{i5}
余暇	x_{i6}	—	—	p_6	1	\bar{x}_{i5}
実労働	—	y_{j7}	z_7	p_7	1	—

ただし、 i :世帯、 π_j :企業 j の利潤、 s :交通部門の利潤、 l :交通投資額、 π_{ij} :企業 j の利潤の世帯 i への配分権、 s_i :交通部門の利潤(または損失)の世帯 i への配分権、 l_i :交通投資額の世帯 i の負担額

便益帰着連関表は表-2.4.1.2 に示す通り、列項目には事業者、利用者、生活者、生産者等の関係主体(利害関係者)を挙げ、列内の便益を合計したものは各主体の最終的に受ける正味の便益額を表している。

また、行方向にはプロジェクトの建設費、運営費と料金収入、さらに時間短縮便益や財サービス価格変動等市場で発生する経済効果や、環境変化、不動産価値の変化、税収の変化等の項目を整理している。すなわち、これらの項目は資産価値の算出項目となるが、特に、各市場において余剰の変化として計測される項目や税・補助金等の金銭的な移転に関する項目では、各行内の便益額の合計は相殺されてゼロとなる。これは、ある主体から別の主体への便益の移転であるため、社会的余剰の増大には貢献していないためである。

さらに、主体毎の便益の合計値と便益項目の合計値とは一致し、これが社会的便益を表している。即ち、便益帰着連関表は、発生時点で捉えられた社会的便益の総額が、関係主体にどのような項目として配分されているのかを表現している²⁾。

以上のような整理を行うことによって、主体間の受益と負担の公平を検討するための有益な情報が示される。

表-2.4.1.2 便益帰着連関表(応用一般均衡モデル)

主体	交通事業者	世帯	私企業1	私企業2	地主	政府	合計
項目							
投資額	-dl						-dl
運営費	-dC ₃						-dC ₃
料金収入	d(p ₃ D ₃)						d(p ₃ D ₃)
交通の便益 (交通価格の減少)	-x ₃ dp ₃	-x ₃ dp ₃	-y ₁₃ dp ₃	-y ₂₃ dp ₃			-D ₃ dp ₃
交通の便益 (交通時間の減少)	-z ₃ dt ₃	-x ₃ p ₅ dt ₃	-y ₁₃ p ₅ dt ₃	-y ₂₃ p ₅ dt ₃			-D ₃ p ₅ dt ₃
財2の便益 (価格の変化)	-z ₂ dp ₂	-x ₂ dp ₂	-y ₁₂ dp ₂	-y ₂₂ dp ₂			0
土地の便益 (地代の変化)	-z ₄ dp ₄	-x ₄ dp ₄	-y ₁₄ dp ₄	-y ₂₄ dp ₄	x ₄ dp ₄		0
労働の便益 (賃金率の変化)	-z ₅ dp ₅	x ₅ dp ₅	-y ₁₅ dp ₅	-y ₂₅ dp ₅			0
補助金	-d(p ₃ D ₃)+dC ₃ +dl					d(p ₃ D ₃)-dC ₃ -dl	0
費用節約	z ₂ dp ₂ +z ₃ (dp ₃ +p ₅ dt ₃) +z ₄ dp ₄ +z ₅ dp ₅						z ₂ dp ₂ +z ₃ (dp ₃ +p ₅ dt ₃) +z ₄ dp ₄ +z ₅ dp ₅
税金		d(p ₃ D ₃)-dC ₃ -dl				-d(p ₃ D ₃)+dC ₃ +dl	0
合計	0	-x ₂ dp ₂ -x ₃ (dp ₃ +p ₅ dt ₃) x ₄ dp ₄ +x ₅ dp ₅ +d(p ₃ D ₃)-dC ₃ -dl	-y ₁₂ dp ₂ -y ₁₃ (dp ₃ +p ₅ dt ₃) -y ₁₄ dp ₄ -y ₁₅ dp ₅	-y ₂₂ dp ₂ -y ₂₃ (dp ₃ +p ₅ dt ₃) -y ₂₄ dp ₄ -y ₂₅ dp ₅	x ₄ dp ₄	0	-D ₃ (dp ₃ +p ₅ dt ₃) +d(p ₃ D ₃)-dC ₃ -dl x ₄ dp ₄ +z ₃ (dp ₃ +p ₅ dt ₃) +z ₄ dp ₄ +z ₅ dp ₅

資産価値の算出項目

各項目の便益

各主体が受ける正味の便益

社会的便益

2.4.2 費用便益分析の適用状況 -日本と他国との比較-

費用便益分析の適用について、日本と他国との間で比較をしてみると、ドイツでは道路投資に対する経済・財務分析の実施が法的に義務づけられ、その結果も全面的に公開される。評価作業は連邦交通省により示されている交通投資評価指針(RAS-W)に基づいて実行されている。

この指針は、道路ばかりでなく鉄道、水運の各部門に適用されており、費用便益分析の考え方、計算式の導出、例題まで解説したマニュアルとなっている。指針による手法は従来の費用便益分析を踏襲しつつも、その中で地域間の公平性などの国土政策的視点や弱者保護などの社会政策的視点の評価も便益計測に反映されており、総合評価の立場に接近した手法になっている。地域格差の是正という観点で、後進地域の便益を割り増すための地域割り増し係数の導入を試みるなど、特筆される点が多々ある²⁾。

他方、ニュージーランドでは効率性のみで道路の順位づけを行っている。ここでは費用便益比3以上のプロジェクトのみを採択し、この比にもとづいて順位づけを行っている³⁾。

日本においては、行政プロセスでの、このようなマニュアルづくりや活用、結果の公開が行われてきている。ドイツ、ニュージーランドに比して遅れている部分があることは否めないが、1997年12月、国の全新規事業について費用対効果分析を行わねばならないという総理大臣の指示が出され、これ以後、公共事業関係各省では、公共事業評価に関して費用便益分析を中心とするマニュアルが整備されるようになった。1999年度には、マニユア

ルを用いた評価が新規採択事業に適用され、その結果の公表もなされている。また、1999年度には、日本行政上初めて、進捗が著しく遅れている公共事業に対する、第三者による再評価も実施された。さらに、2000年度からは、事後評価の実施も行われる（あるいは計画されている）。都道府県と政令指定都市においても注目すべき取り組みが行われている。

2.4.3 「道路投資の評価に関する指針(案) 4)」

「道路投資の評価に関する指針(案)」は、上述の動向に示した通り、道路の計画や事業実施に際し、その妥当性を判断するための手法の実際を示すものとして作成されたものである。

評価の客観性の違いから、2編に分割して示されており、第1編は費用便益分析を扱い、プロジェクトを経済効率の見地から評価するものである。第2編は費用便益分析だけではその事業の妥当性は認められないが、社会的必要性が高く、その実施が十分に正当化されうるプロジェクトをさらに広い見地から評価するための新たな方法を示している。即ち、景観などの非市場的価値、地域開発への影響、地域格差是正の効果などを重視することが必要な場合において適当な方法と考えられる。しかし、十分に科学的、社会的に認められたものとは言い難い面もあり、分析の精度においても費用便益分析に比べて劣ると言わざるを得ないものであるとされている。

したがって、この指針(案)は、社会・経済的な側面から事業の妥当性を客観的に評価するために用いるものであり、整備計画の事業を実施することによる便益と事業を実施する費用を算出し、便益(benefit)と費用(cost)の比較により事業の評価を行い、事業実施の妥当性を判断することを目的にしている。表-2.4.3.1には2.4に示した表-2.4.1.2と比較して、便益帰着連関表を示す。

2.4.4 アセットマネジメントにおける資産評価

資産のマネジメントについては、1999年12月に米国連邦政府道路庁(FHWA)がアセットマネジメント室(Office of Asset Management)を新設して以来、社会資本資産に関わるマネジメントのことを“アセットマネジメント”と呼ぶ傾向が顕著である。

アセットマネジメントとは、本来「金融資産の運用」という意味で用いられることが一般的である。土木学会では、金融界や不動産業界ですでに定着している「金融資産の運用」としてのアセットマネジメントの考えやシステムを踏まえ、社会資本のマネジメントにおいても「資産管理」に止まらず「資産運用」に重きを置く理念やシステムの確立を目的として、アセットマネジメント研究小委員会を設置している。同小委員会では、図-2.4.4.1に示す、社会資本を資産として運用・管理するシステムとして捉えなおし、評価の尺度を国民のニーズに基づく「資産価値」とするものとして、検討を進めている。

このマネジメントシステム構築のためには、現在の資産状態の把握、サービス水準に応じた最適なマネジメント方策の選択、成果のモニタリング等の手法の確立や、一連のマネジメントサイクルを体系化する必要もあるとともに、会計的アプローチも必要であり、会計的アプローチのために資産評価手法を確立する必要があることも示されている。

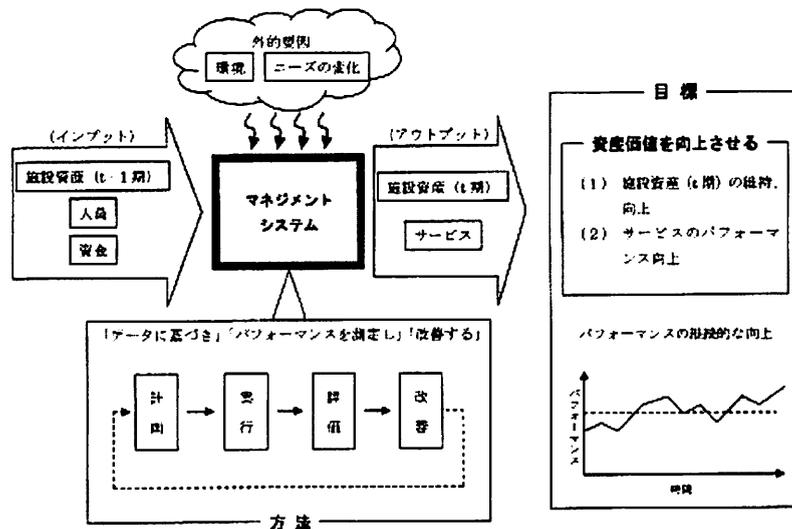


図-2.4.4.1 マネジメントシステムの構築¹⁾

以上、構造物の資産価値を評価しようとする我が国の取り組みは、道路をはじめ、下水道、電力施設等、各方面にて行われてきている。サステナビリティを確保する社会基盤の構築のため、我が国の経験と知識を活かした取り組みが期待されている。

これ以降では、上記を踏まえ、社会基盤ストックのなかで最も多くを占める道路構造物、みなとみらい21線の開通により脚光を浴びている横浜新港地区に位置する「万国橋」を題材として検討を行うものとする

(参考文献)

- 1) アセットマネジメント研究小委員会編：アセットマネジメント導入への挑戦—新たな社会資本マネジメントシステムの構築に向けて—、土木学会建設マネジメント委員会アセットマネジメント研究小委員会平成 14 年度報告書、2003.8
- 2) 上田、坂下：費用便益分析の近年の理論展開と実際的応用可能性、(財)運輸政策研究機構、第 14 回コロキウム、1997.1
- 3) 森杉：公共事業評価の現状と課題、(財)運輸政策研究機構、第 40 回運輸政策コロキウム、2000.6
- 4) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編：道路投資の評価に関する指針(案)、(財)日本総合研究所発行、1998.6

3. 老朽化構造物をはかる「ものさし」 ～「万国橋」を対象にして～

3.1 万国橋の概要

3.1.1 万国橋の沿革

万国橋は昭和 15 年に竣工した橋長 33.5m のコンクリートアーチ橋で、横浜市港湾局が管理する。橋の位置と現況写真を図-3.1.1.1 および図-3.1.1.2 にそれぞれ示す。万国橋は旧横浜税関埋立地より横浜市馬車道方面に直通する税関中央道路上に位置し、横浜港に到着した外国船の貨客が初めて渡る橋として使われた。この場所には当初鋼橋が架けられており、大正 12 年の関東大震災で被災後は仮復旧の状態でも運用していたが、昭和 15 年に予算が下り、コンクリートアーチ橋「万国橋」として架け替えられた。昭和 49 年には歩道幅員の拡張工事（幅員 4.0m）がなされている。



図-3.1.1.1 万国橋の位置



(1) 汽車道方向からの風景



(2) 橋上歩道から車道を見る

図-3.1.1.2 万国橋の現況

建設当初の工事記録や図面は戦災で消失している。しかし万国橋に関しては各種の論文・紹介記事などに多くの資料が残っている^{たとえば1)}。昭和15年竣工当時の橋の仕様および側面図・平面図をそれぞれ表-3.1.1.1 および図-3.1.1.3 に、昭和49年改修後（現況）の立面図、断面図、平面図を図-3.1.1.4 に示す。

表-3.1.1.1 竣工当時の万国橋の主な諸元

橋種：無鉸充側式鉄筋コンクリート拱橋
橋長：両詰見切石外側間距離 33.5m
径間：30.00m 有効径間 29.36m
幅員：全幅員 21.26m，有効幅員 20.00m，内車道 14.00m，歩道 3.00m
拱肋(アーチリブ)厚：拱頂(アーチクワン)0.60m，起拱点 1.30m，拱矢 3.20m
桁下空間高：拱頂にて塑望満潮位上 3.51m
工費：269,756.46 円（仮設費除く）
工期：昭和14年4月～昭和15年9月

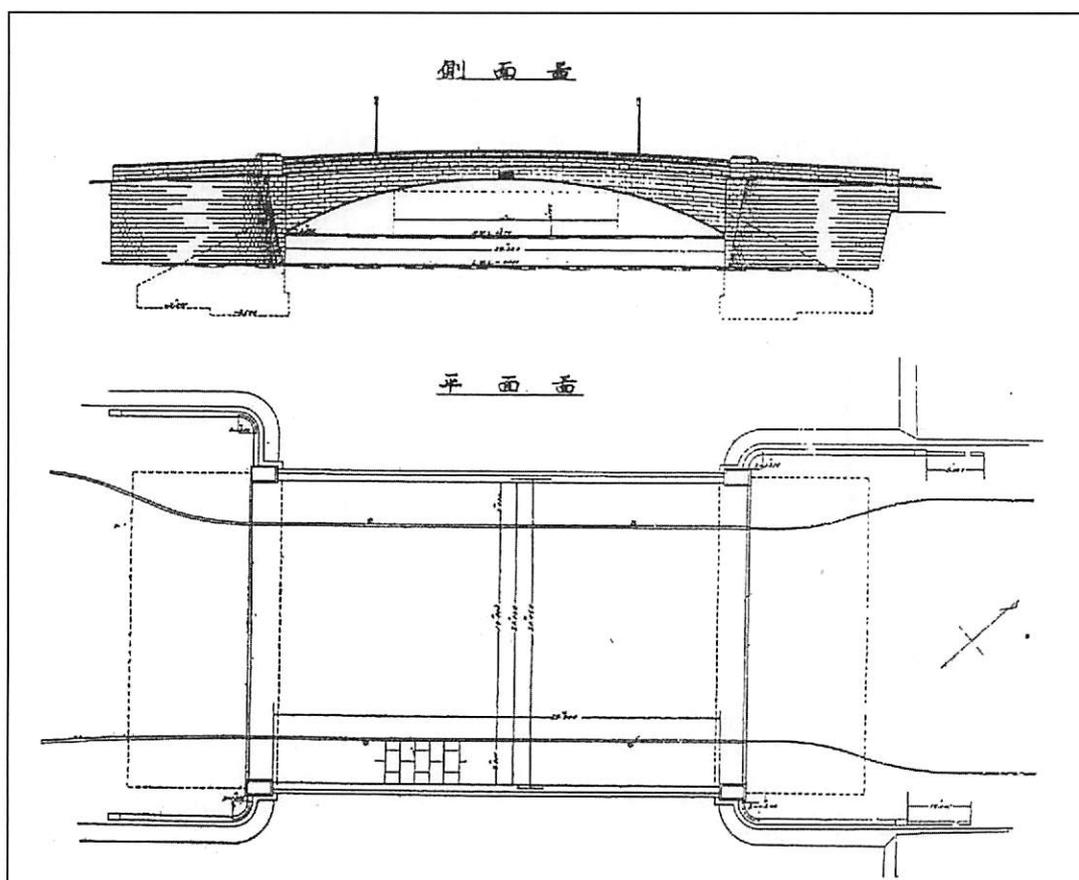


図-3.1.1.3 竣工時の万国橋の側面図および平面図

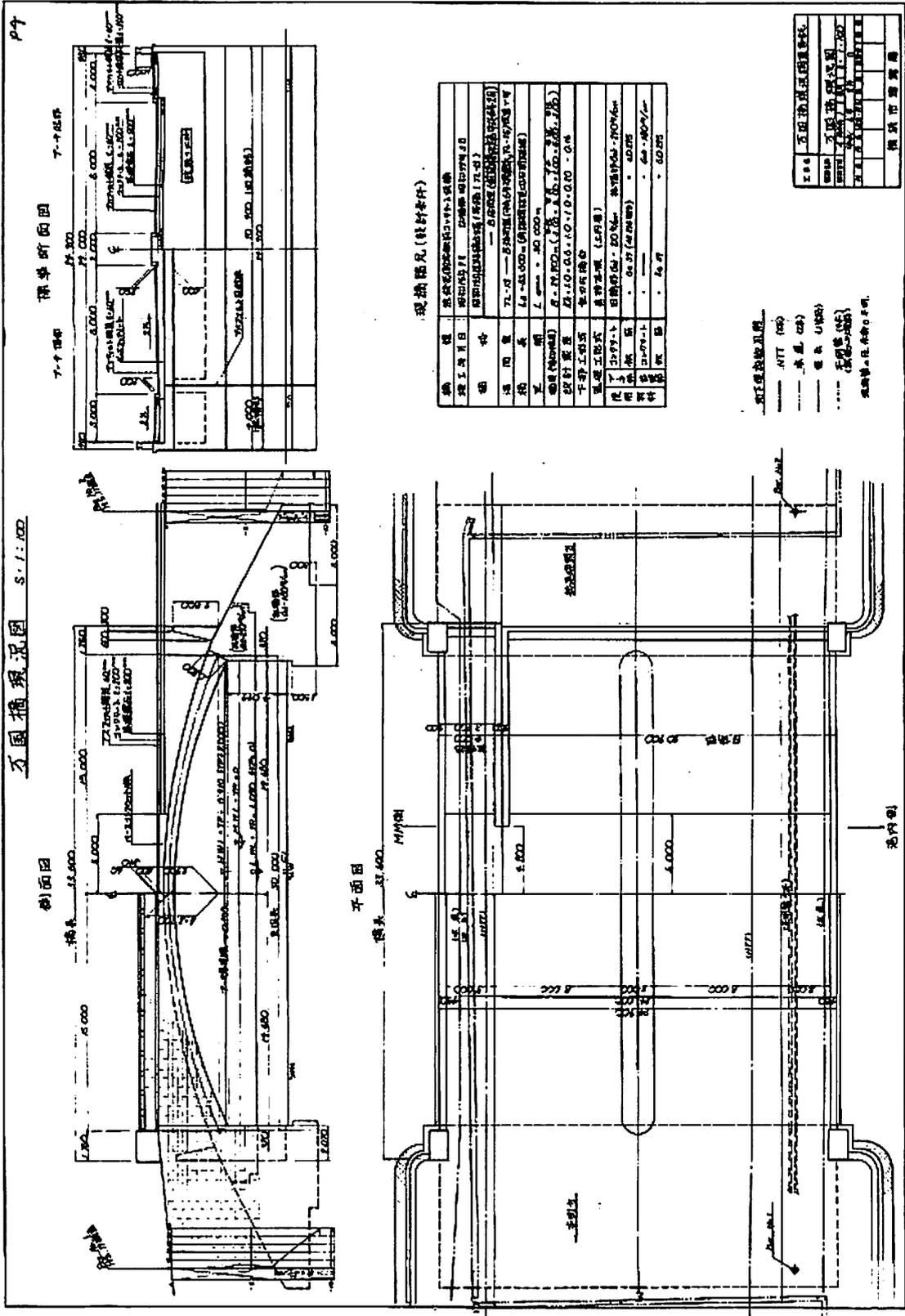


図-3.1.1.4 昭和49年改修後の万国橋の平面、立面、断面図(現況)

3.1.2 万国橋の現況

元来万国橋が架橋された目的であった横浜税関の保税倉庫は、昭和 50 年代から取引量が激減し、平成元年（1989）に用途廃止された。国鉄東海道線と新港とを結ぶ臨港線は昭和 61 年から 62 年（1987）にかけて廃止されている。また平成 6 年（1994）には埋立地（新港）と周辺を結ぶ幹線道路（国際橋・国際大通り）が開通したため、埠頭に陸揚げされる貨物は万国橋を通行することなく横浜市街および国内各地に運ばれるようになった。現在では保税倉庫は赤煉瓦の商業施設および多目的ホールに模様替えされ、周辺のみなどみらい地区と一体となって横浜を代表する港湾地域の観光名所となっている。万国橋を通行する車両等は竣工時あるいは拡幅時と比較して減少しており、橋は観光名所の一つとなりつつある。

このように機能が歴史的に変遷し現在もなお残っている橋は、多くの老朽化構造物にも当てはまると思われ、機能的側面から検討するには興味深い対象と考えられる。

万国橋の物理的状況に関しては、平成 5 年にかなり詳細な構造調査が実施されている²⁾。

参考文献

- 1) 桜井辰造：萬國橋改築工事概要，土木技術，第 2 巻，第 5 号，pp.8-14，昭和 16 年 5 月
- 2) 横浜市港湾局，大日本コンサルタント：万国橋現況調査委託 調査概要書 他 5 冊，平成 6 年 3 月

3.2 万国橋周辺状況の変遷と将来計画

3.2.1 地図にみる変遷

万国橋は、港湾地区である新港ふ頭と市街地を結ぶ道路橋梁である。新港ふ頭は、わが国初の近代的な港湾施設として1906年（明治39年）に埋め立てが始められ、1917年（大正6年）にほぼ主要な施設が完成した¹⁾。図-3.2.1に1923年（大正12年）の関東震災で被災した港湾施設の復旧図²⁾を示す。建設当時より新港ふ頭への陸上交通のアクセスは、

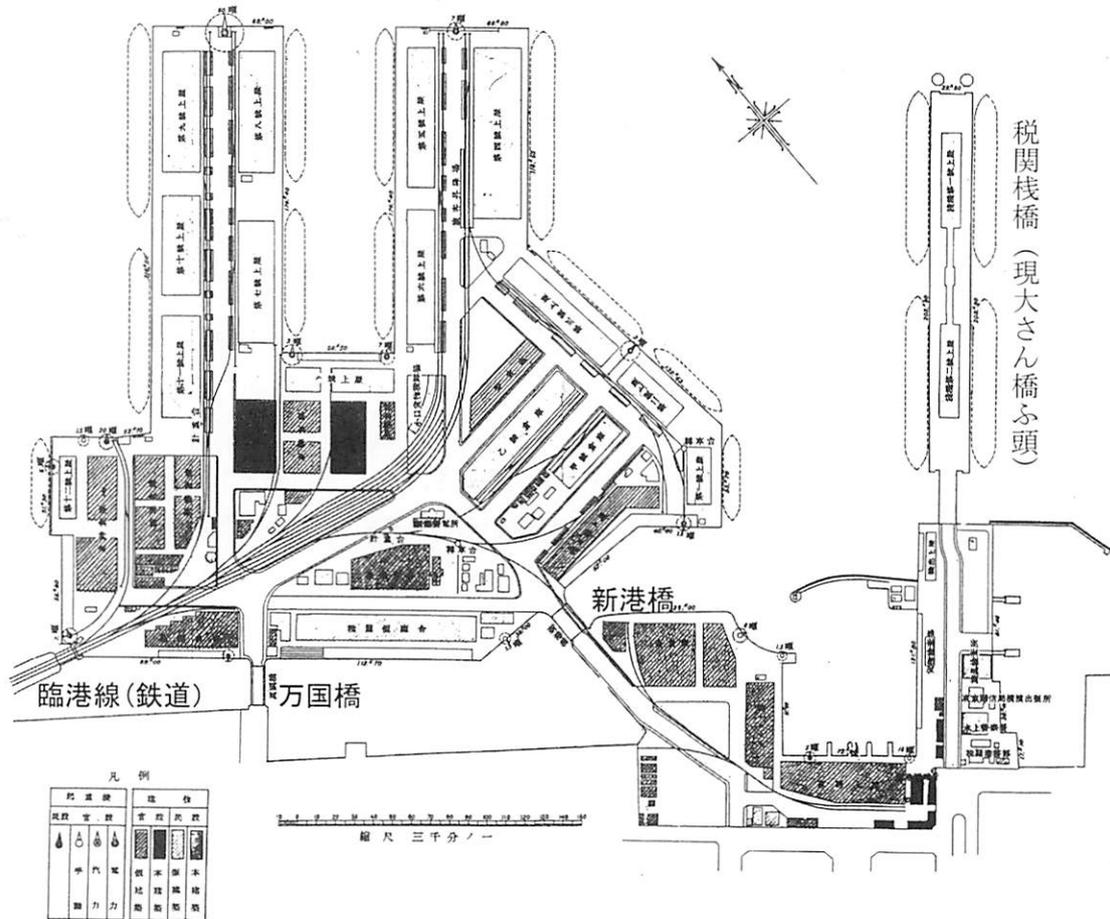


図-3.2.1.1 関東大震災後の新港ふ頭の陸上設備復旧図²⁾

2本の道路橋梁と鉄道により行われており、その状況は1994年（平成6年）の国際橋の架橋までの長い間変化していない。道路橋梁は、馬車道と新港ふ頭を結ぶ万国橋と横浜税関本関と新港ふ頭を結ぶ新港橋であり、鉄道は高島町方面から延びた臨港線で、新港ふ頭内には横浜港駅が設けられて貨物・旅客を運んだ。

写真-3.2.1は、1949年（昭和24年）に米軍により撮影された空中写真である。ふ頭の陸上設備復旧図と合わせてふ頭の構造物をみると、ふ頭には上屋や倉庫が密集していて鉄道の引込み線が各岸壁まで延びている。図-3.2.2に当時の鉄道路線を示すが、陸上輸送の主力が鉄道であったことを改めて印象付けられる。

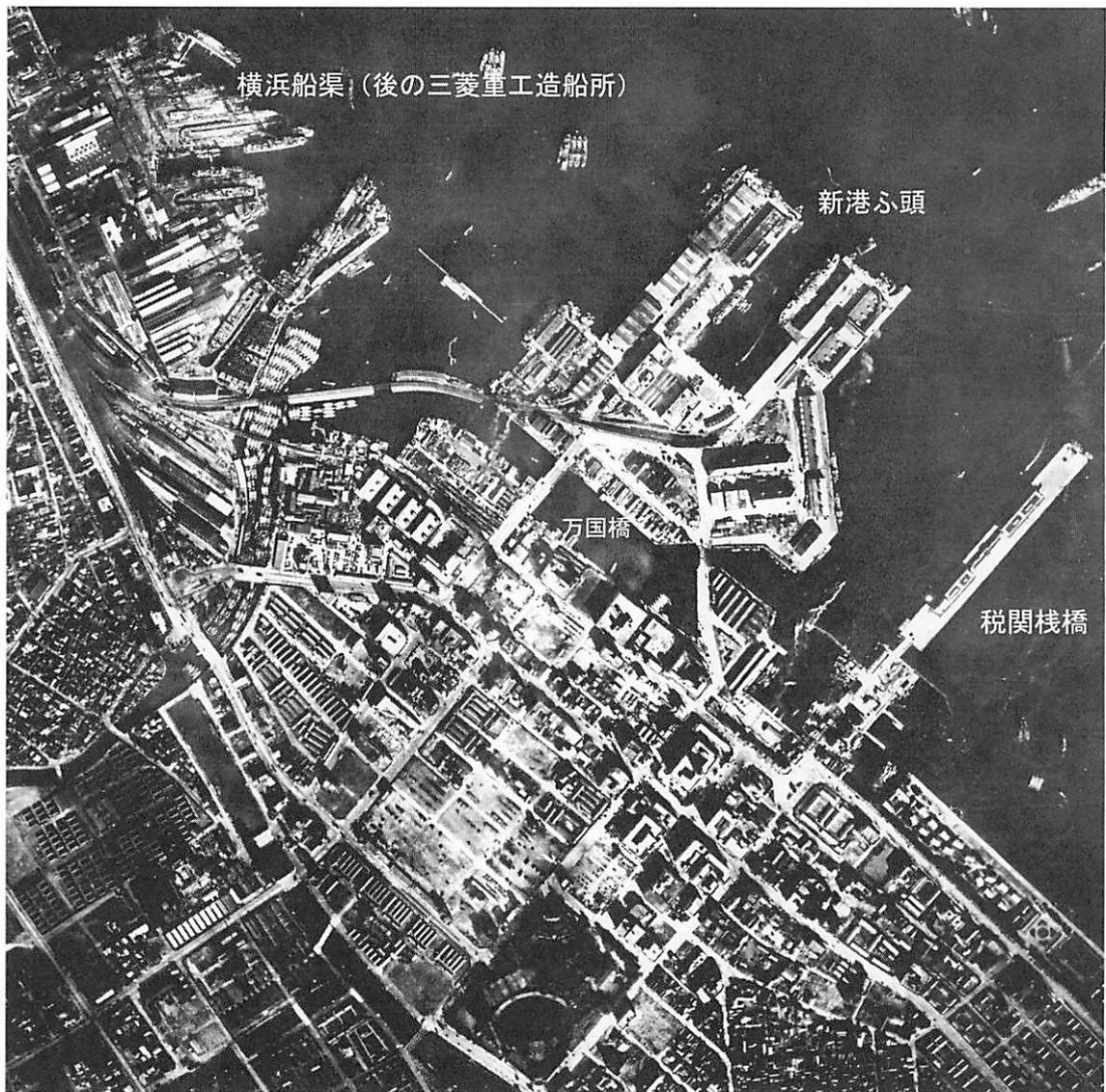


写真-3.2.1.1 米軍撮影空中写真 1949年(昭和24年)1月10日撮影

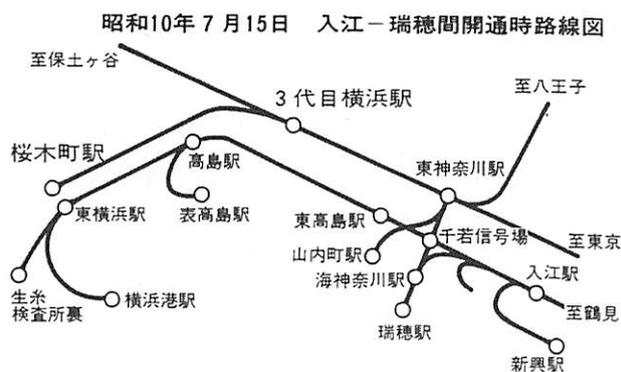


図-3.2.1.2 1935年(昭和10年)の横浜港での鉄道路線図

表 3.2.1 に新港ふ頭とその交通に係わるおもな出来事を年表として示した。また図 3.2.3～3.2.7 にこれまで発行された 2 万 5 千分の 1 の地形図の主なものを並べて万国橋周辺の社会基盤や土地利用の変化を示した。以下にその主な変遷を述べる。

<大正期～昭和 20 年・終戦>

大正期から昭和 20 年頃まではふ頭の形や主要な施設に大きな変化はみられず、また万国橋や新港橋に至る道路網についても大きな変化はない。この時期の新港ふ頭は高島ふ頭と並んで横浜港の中核をなしていた。ふ頭からは貨物だけでなく北米方面の旅客船も接岸しており、人の往来も多かったと思われる。しかし日米開戦により港は戦時色が強くなり一般の物流は停滞していたようである。

<終戦～昭和 30 年代>

終戦から昭和 30 年代までは、米軍に接收されてふ頭内には在日米軍第二港湾司令部がお置かれていた⁴⁾が、その後日本の経済的発展とともに貨物量は飛躍的に増加していった。それに伴って新港ふ頭でも拡張や、鉄道の山下ふ頭までの延長などがおこなわれた。

<昭和 40 年代～平成元年>

昭和 47 年に横浜市電が廃止される一方で、昭和 48 年に新港橋、昭和 49 年には万国橋が相次いで拡張され、昭和 53 年には首都高速横浜東口ー横浜公園間が開通するなど交通の基盤整備は鉄道から道路へと移ってきた。また、横浜港の港湾施設も山下ふ頭、本牧ふ頭、さらに大黒ふ頭へと拡大を続けた (図-3.2.4 参照)。これらのふ頭では、貨物のコンテナ化と船舶の大型化に対応した設備を持っているため、港湾としての機能は新港ふ頭や高島ふ頭から沖の新しいふ頭へと移っていった。

昭和 60 年には高島ふ頭が供用を廃止し、昭和 61 年には横浜港駅での鉄道貨物の取り扱いが廃止された。そして平成元年には、赤レンガ倉庫が用途廃止となった。

<平成元年～現在>

高島ふ頭、旧三菱重工造船所、新港ふ頭を中心に昭和 58 年に着手された「みなとみらい 21」事業により、新港ふ頭周辺は大きく変化している。

平成 5 年の地図では、臨港線の軌道が消えている一方で、新港ふ頭に新たな拡張がなされているのが読み取れる。平成 10 年の地図では、新港ふ頭内の建物の配置が大きく変わり、新たに国際橋が設けられるなど道路も整備されてきている。

平成 11 年には、みなとみらい 21 地区の新港地区として街開きが行われ、最先端の業務・商業・文化などの機能集積が進められている。(図-3.2.5、写真-3.2.2)

表-3.2.1.1 万国橋周辺の歴史年表¹⁾

西暦	和暦	出来事
1859年	安政6年	横浜開港
1872年	明治5年	横浜（現在の桜木町）－新橋間鉄道開業
1897年	明治30年	横浜船渠（後の三菱重工）開渠
1906年	明治39年	新港ふ頭埋立完成
1911年	明治44年	臨港線横浜駅－横浜港荷扱所（後に横浜港駅）開通
1917年	大正6年	新港ふ頭陸上施設完成
1920年	大正9年	東京－横浜港駅間にポートトレイン（旅客）開始
1923年	大正12年	関東大震災でほとんどの港湾施設壊滅
1930年	昭和5年	高島さん橋できる
1934年	昭和9年	新港橋付近に第三代横浜税関庁舎（現庁舎、クイーンの塔）完成
1936年	昭和11年	臨海工業地帯（恵比寿町・宝町）完成
1940年	昭和15年	万国橋架替工事竣工（現在の橋になる）
1945年	昭和20年	終戦後、港湾施設全て米軍に接收される 瑞穂ふ頭完成
1956年	昭和31年	新港ふ頭の一部、米軍の接收解除
1963年	昭和38年	山下ふ頭完成
1965年	昭和40年	臨港線横浜港－山下埠頭駅開通
1970年	昭和45年	本牧ふ頭完成
1972年	昭和47年	横浜市電廃止
1973年	昭和48年	新港橋架替工事竣工
1974年	昭和49年	万国橋拡幅工事竣工
1978年	昭和53年	首都高速 横浜駅東口－横浜公園間開通
1983年	昭和58年	みなとみらい21事業着手
1984年	昭和59年	首都高速 横浜公園－新山下間開通
1985年	昭和60年	高島ふ頭供用廃止 日本丸メモリアルパークオープン
1986年	昭和61年	臨港線高島－山下埠頭間貨物運輸廃止
1987年	昭和62年	臨港線高島－横浜港間旅客輸送廃止
1988年	昭和63年	大黒ふ頭供用開始
1989年	平成元年	税関・横浜市管理の赤レンガ倉庫の用途廃止 横浜ベイブリッジ開通 横浜博覧会開催
1994年	平成6年	国際橋開通（国際大通り）
1995年	平成7年	横浜海上防災基地完成 総貨物量過去最高記録を更新
1997年	平成9年	旧臨港線（鉄道）跡地に自動車道オープン
1999年	平成11年	新港地区街開き 横浜ワールドポーターズ、運河パークオープン 横浜国際船員センターオープン 新港サークルウォーク供用開始
2001年	平成13年	新港パークオープン
2002年	平成14年	山下臨港線プロムナード、赤レンガ倉庫・パークオープン 国際協力事業団横浜国際センターオープン 大さん橋国際旅客ターミナル供用開始
2004年	平成16年	地下鉄みなとみらい21線開業

※太文字は新港ふ頭に直接関わる出来事

	測図 大正 11 年 発行 大正 14 年 1 月 30 日
	万国橋周辺の状況 地図の発行は、大正 14 年であるが、測図が大正 11 年で関東大震災前の地図である。 新港ふ頭は、ほぼ完成しており、ふ頭には倉庫が並び、臨港線の横浜港駅の表記がある。 新港ふ頭へのアクセス道路として、馬車道の延長上に万国橋が、新港ふ頭と横浜税関を結ぶ新港橋がある。 この頃の横浜港は、この新港ふ頭とその東側にある税関棧橋（現在の大棧橋）が港湾の主要部となっていた。
この地図は、大日本帝国陸地測量部大正 14 年発行の 2 万 5 千分の 1 地形図（横浜東部）を使用したものである。	
	測図 大正 11 年 修正測図 昭和 6 年 発行 昭和 7 年 12 月 28 日
	万国橋周辺の状況 関東大震災で被災したため、倉庫を含めた建物の形状がやや変化している。また、横浜税関本関現庁舎（通称クイーンタワー）が昭和 9 年に建てられた。 鉄道は新港ふ頭から更に新港橋を経て税関棧橋への入り口まで延長されている。 また、路面電車が通るようになり、桜木町駅から万国橋まで軌道が延びている。一時期、万国橋にも停車場があったようであるが、昭和 3 年に廃止されている。
この地図は、大日本帝国陸地測量昭和 7 年発行の 2 万 5 千分の 1 地形図（横浜東部）を使用したものである。	

図-3.2.1.3 万国橋周辺の変遷(1)

	<p>測図 大正 11 年 部分修正測図 昭和 20 年 発行 昭和 22 年 9 月 30 日</p> <p>万国橋周辺の状況 現在の万国橋が竣工し、終戦後の地図である。戦後、横浜港の港湾施設や臨港線は米軍に接收されていた。昭和 31 年より段階的に接收解除されたが、新港ふ頭では昭和 38 年にほぼ全面的に解除されたようである。</p> <p>この地図は、地理調査所昭和 22 年発行の 2 万 5 千分の 1 地形図（横濱東部）を使用したものである。</p>
	<p>改測 昭和 41 年 発行 昭和 42 年 10 月 10 日</p> <p>万国橋周辺の状況 新港ふ頭の西側で埋立が行われている。昭和 22 年の地図と比べて新港ふ頭内の鉄道の引込み線が増えているように見えるが、関東大震災時には既にあつたようである。 昭和 40 年には臨港線の横浜港－山下埠頭駅間が開通した。 昭和 39 年には根岸線が開通しており、関内駅などが新たに設けられています。</p> <p>この地図は、国土地理院昭和 42 年発行の 2 万 5 千分の 1 地形図（横浜東部）を使用したものである。</p>

図-3.2.1.4 万国橋周辺の変遷(2)

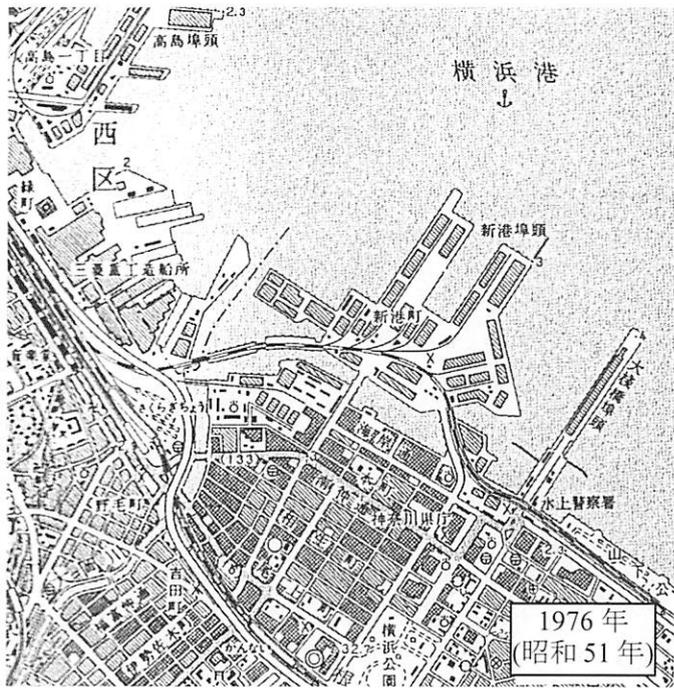
	<p>改測 昭和41年</p> <p>部分修正測量 昭和48年</p> <p>発行 昭和50年3月30日</p>
	<p>万国橋周辺の状況</p> <p>新港ふ頭では、昭和41年の地図と比べて変化はない。</p> <p>新港橋の拡幅工事が昭和48年、万国橋の拡幅工事が昭和49年に施工されている。</p> <p>昭和47年に横浜市電が廃止され、横浜市街地から軌道が消えている。</p> <p>この地図は、国土地理院昭和50年発行の2万5千分の1地形図（横浜東部）を使用したものである。</p>
	<p>改測 昭和51年</p> <p>発行 昭和53年2月28日</p>
	<p>万国橋周辺の状況</p> <p>昭和48年の地図と比べて新港ふ頭での変化はない。</p> <p>その他の周辺地域でも土地利用に大きな変化はないが、根岸線に沿って昭和53年に首都高速（横浜駅東口ー横浜公園）が開通した。</p> <p>この地図は、国土地理院昭和53年発行の2万5千分の1地形図（横浜東部）を使用したものである。</p>

図-3.2.1.5 万国橋周辺の変遷(3)

	<p>改測 昭和 51 年 修正測量 昭和 59 年 発行 昭和 60 年 10 月 30 日</p> <p>万国橋周辺の状況 昭和 58 年にみなとみらい 21 事業が着手され、三菱重工造船所（旧横濱船渠）のほとんどの建造物は地図上から消えている。昭和 60 年には、高島ふ頭の供用が廃止され、日本丸メモリアルパークがオープンする。 桜木町駅付近の鉄道の引込線がなくなる一方で、首都高速が横濱公園から更に新山下まで昭和 59 年に伸びており、トラック輸送が鉄道貨物輸送に変わってきていることが判る。</p> <p>この地図は、国土地理院昭和 60 年発行の 2 万 5 千分の 1 地形図（横浜東部）を使用したものである。</p>
	<p>改測 昭和 51 年 修正測量 平成 5 年 発行 平成 7 年 3 月 1 日</p> <p>万国橋周辺の状況 昭和 60 年代になるとみなとみらい 21 の事業が進み、高島地区、新港ふ頭での港湾としての機能から新たな都市機能の拠点として大きく変化している。 三菱重工造船所跡地と高島ふ頭は、更に大規模な埋立てにより拡張され、新港ふ頭も一部埋め立てられている。 昭和 62 年には鉄道の臨港線高島－横浜港間が廃止されている。 またのちに商業・文化施設となる「赤レンガ倉庫」は、平成元年に税関倉庫および横浜市の港湾施設としての用途を廃止した。</p> <p>この地図は、国土地理院平成 7 年発行の 2 万 5 千分の 1 地形図（横浜東部）を使用したものである。</p>

図-3.2.1.6 万国橋周辺の変遷(4)

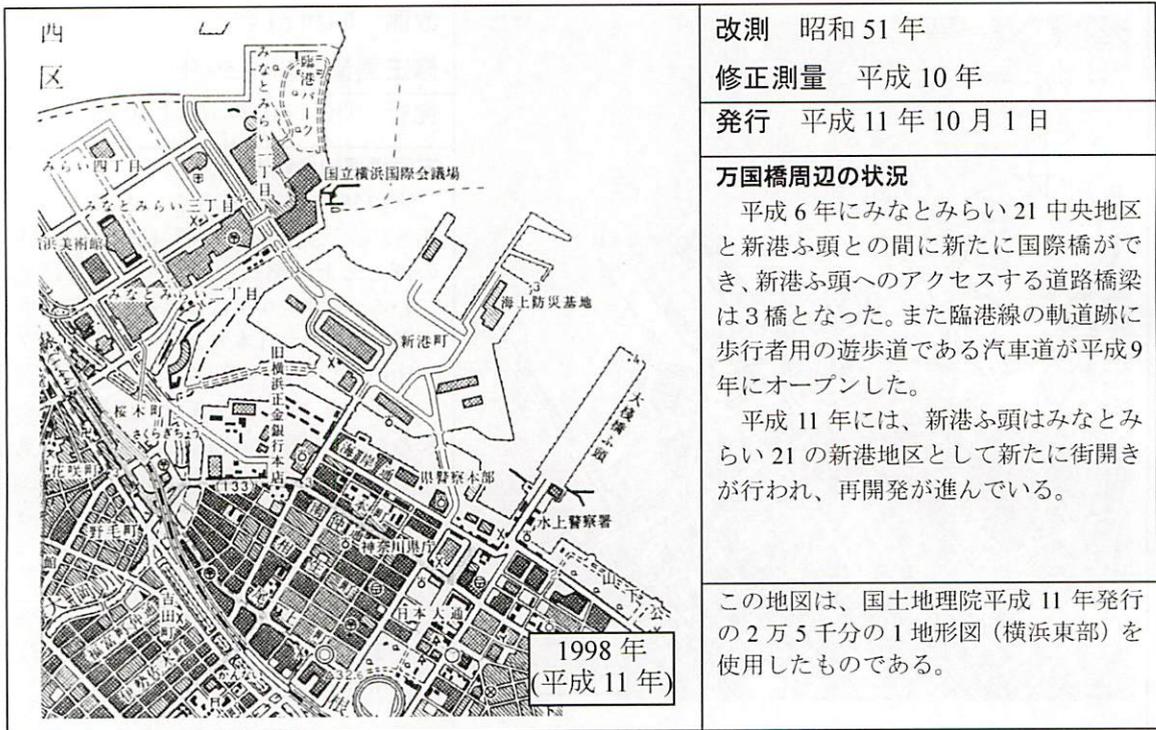


図-3.2.1.7 万国橋周辺の変遷(5)

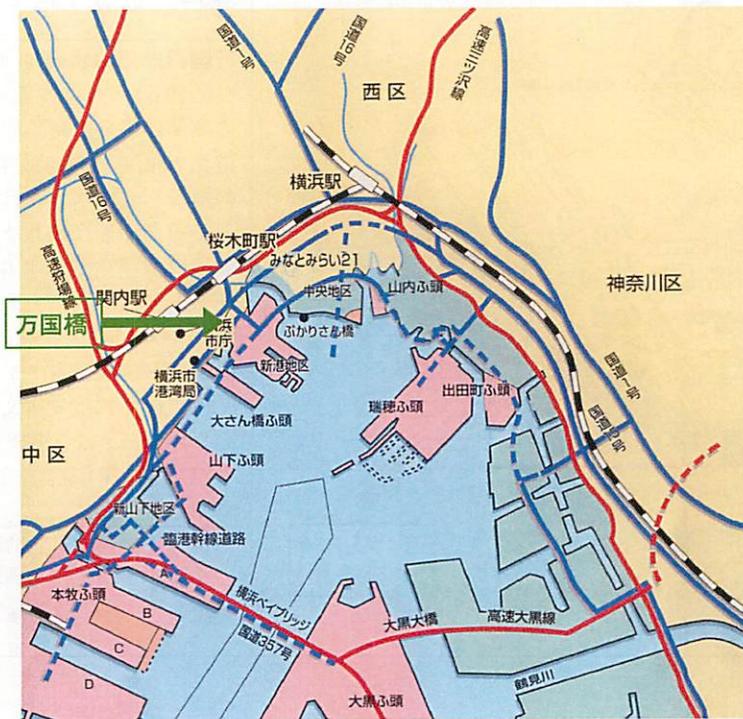


図-3.2.1.8 横浜港の各ふ頭の位置⁵⁾

みなとみらい21 新港地区・中央地区

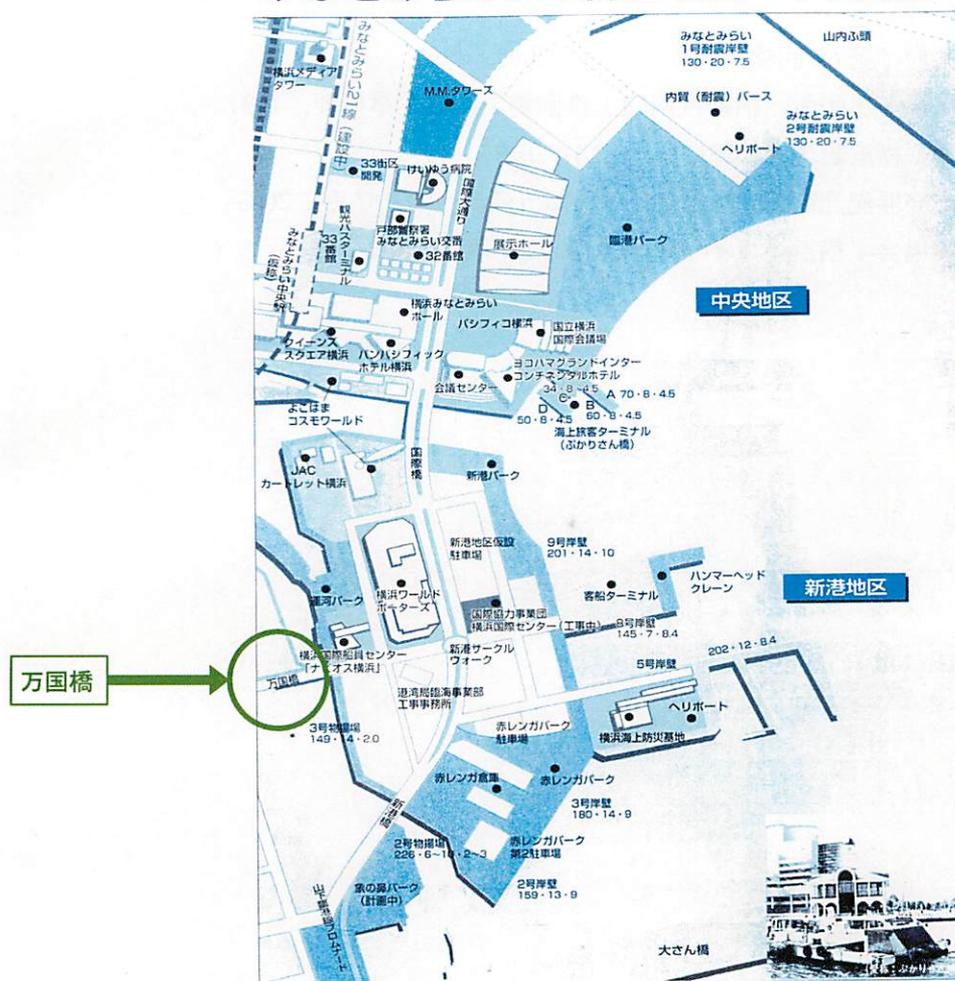


図-3.2.1.9 みなとみらい21 施設位置図⁵⁾



写真-3.2.1.2 新港地区全景

(参考文献)

- 1) 横浜市港湾局：第 63 回横浜港統計年報，2002.
- 2) 営繕管財局横浜出張所：横浜税関陸上設備震災復旧工事概要，1931.
- 3) 長谷川弘和：横浜臨港線の軌跡，レイル，No.27，1990.
- 4) 横浜市都市発展記念館(編)：目でみる「都市横浜」のあゆみ，2003.
- 5) 横浜港振興協会：横浜港ガイドブック[2002 年版]，2002

3.2.2 将来計画

万国橋は、図-3.2.2.1 に示す通り、新港地区と馬車道地区をつなぐ位置に架設されている。

最近では、新港地区へのワールドポーターズの進出や赤レンガ倉庫の改修整備がなされたものの、新港地区へは桜木町からの自動車、或いはみなとみらい地区からのアクセスが主流である。万国橋の通過交通は、休日の 100 円市バスや、関内駅から馬車道経由の徒歩客が主であり、みなとみらい地区を望むすばらしい景観はごく限られた人のものでしかなかった。

しかしながら、地下鉄みなとみらい 21 の開通(2004.02)により、様相は一転する可能性がある。みなとみらい 21 線を運行する横浜高速鉄道㈱の推計によれば、馬車道駅の乗降客は観光客を除き、1 日当たり 42,000 人であり、馬車道駅から新港地区やみなとみらい地区へ向かう通過交通(観光起因の徒歩客など)の増大が期待されている。

馬車道駅前後のみなとみらい 21 線の途中駅には、みなとみらい駅や日本大通り駅もあり、万国橋は、みなとみらい地区、或いは新港地区から臨海部を周回して山下公園方面へ向かう徒歩客のコリドール(回廊)として機能することが予想される。

また現在、万国橋周辺の当該地区は、横浜市の施策によって以下の項目の対象地域となっており、これらの施策の施行とともに馬車道地区との連携による相乗効果が期待できる。

- (1) 文化芸術・観光振興による都心部活性化への取組み¹⁾
- (2) 構造改革特区への取組み²⁾
- (3) 横浜業務核都市基本構想の推進³⁾
- (4) 横浜港長期ビジョン⁴⁾
- (5) 横浜市集客交流推進計画(素案)⁵⁾

以下、それぞれの構想について示す。

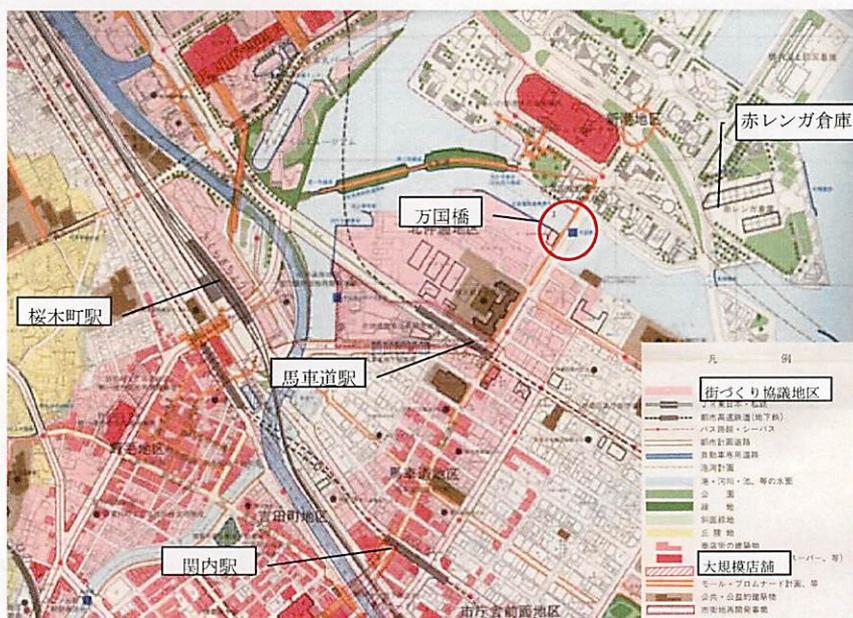


図-3.2.2.1 万国橋周辺の都市計画図(横浜市都市計画図より抜粋)

(1) 文化芸術・観光振興による都心部活性化への取組み

本取組みは、横浜市が新たに設けた「文化芸術・観光振興による都心部活性化検討委員会」によって2004年1月14日に「文化芸術創造都市ークリエイティブシティ・ヨコハマの形成に向けた提言」として示されたものである。

この提言では、「文化芸術、観光という新たな視点で都心のまちづくり」が検討され、横浜都心ひいては都市再生のビジョンとして、「文化芸術創造都市」(Creative City YOKOHAMA)が構想された。

文化芸術は、市民生活に貢献するばかりではなく、都市の活性化(集客、観光、新産業)、そして横浜市の国際的な競争力にとっても効果大きいものであり、今後の横浜市の重要な政策となる」とされ、初動期には、横浜市が場や資金、情報などの面において、他の都市をしのぐインセンティブや場や環境整備のために積極的に公的投資を行なうべきであり、将来、創造産業として横浜の活力の源泉となることで、税収や雇用、地域経済への成果も期待できるものであり、長期的なスタンスで取り組む必要性が謳われている。

万国橋周辺には、図-3.2.2.2に示す「クリエイティブ・コアー創造界限形成(図-3.2.2.3参照)」、「映像文化都市」、「(仮称)ナショナルアートパーク(図-3.2.2.4参照)」という3つの戦略プロジェクトが提案されており、都心全体としての魅力を高める都市デザインやまちづくりの新たな計画や方策(例えば、都心の倉庫やオフィスの転用や横浜の魅力を高める独自のルールや、創造都市の実現にむけた芸術や産業のコンテンツやマネジメント)が示され、そのための規制緩和や優遇策、公有地活用策、また横浜市の総合的な体制づくりや、参加する様々な主体をコーディネートする機能の強化が求められている。

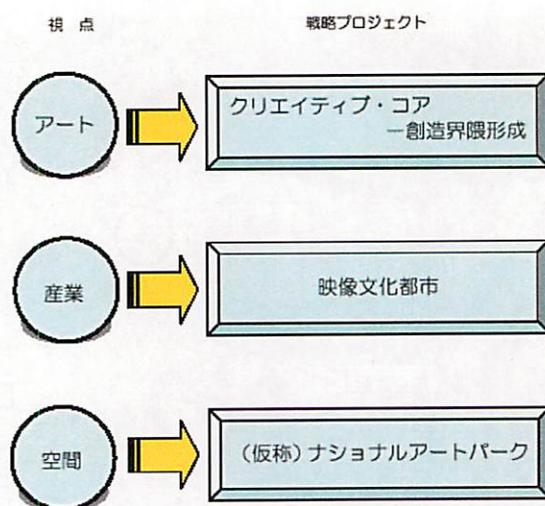


図-3.2.2.2 ビジョンの実現に向けた即時実施が期待されるプロジェクト

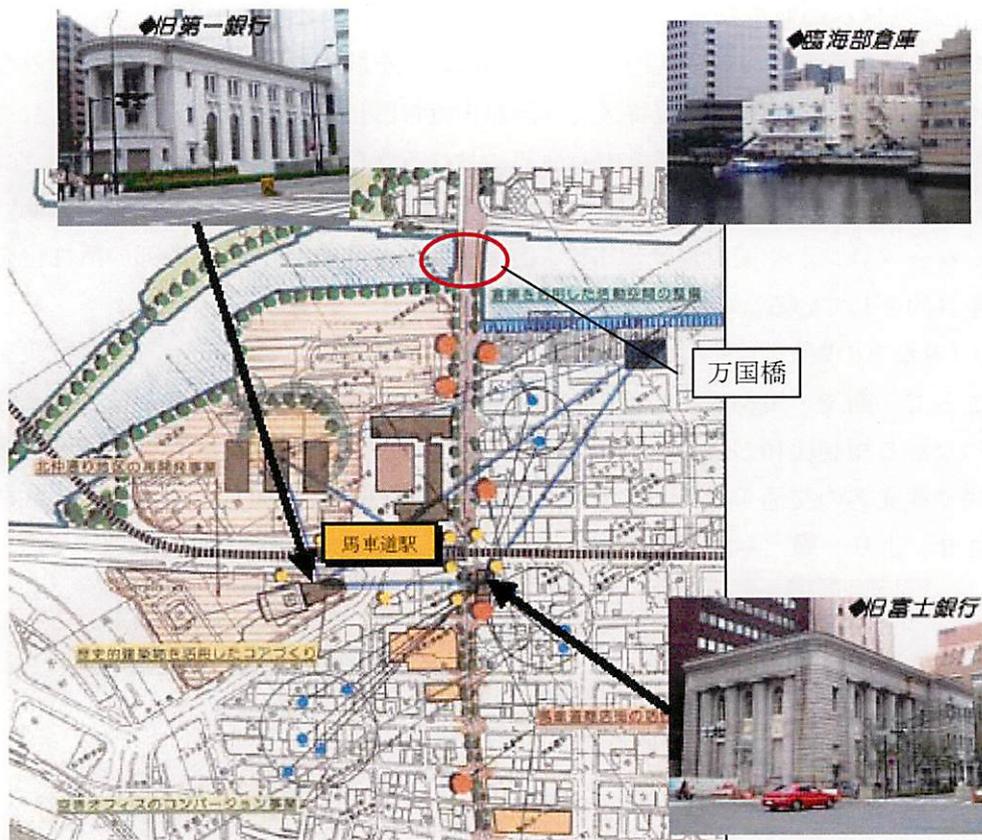


図-3.2.2.3 クリエイティブコア



図-3.2.2.4 (仮称) ナショナルアートパーク

(2) 構造改革特区への取組み

横浜市が取り組む構造改革特区のうち、万国橋周辺を計画範囲とするものは、「みなとの賑わい特区」、「文化芸術創造交流特区」、「国際物流特区」である。

「みなとの賑わい特区」は、「横浜市臨海部における既存の港湾施設を有効活用しながら、みなとみらい21地区や金沢地区等において港湾機能の質的転換を行い、賑わいと潤いのあるウォーターフロントや国際港湾都市にふさわしい都心を形成し、臨海部の活性化を図ること」を目的としている。

現在、「みなとの賑わい特区」では、埋立地の処分(図-3.2.2.5 参照)や土地利用変更を容易にすることで、商業・業務施設などの立地促進が期待されることや、さらに水上交通の活性化につながる規制緩和の特例を実現することで、水上交通の航路網を充実させ、多様化する市民や観光客の交通手段として、臨海部での回遊性をより強化して、水上交通利用者の増加させ、より一層、みなとの賑わいの創出を図るものである。

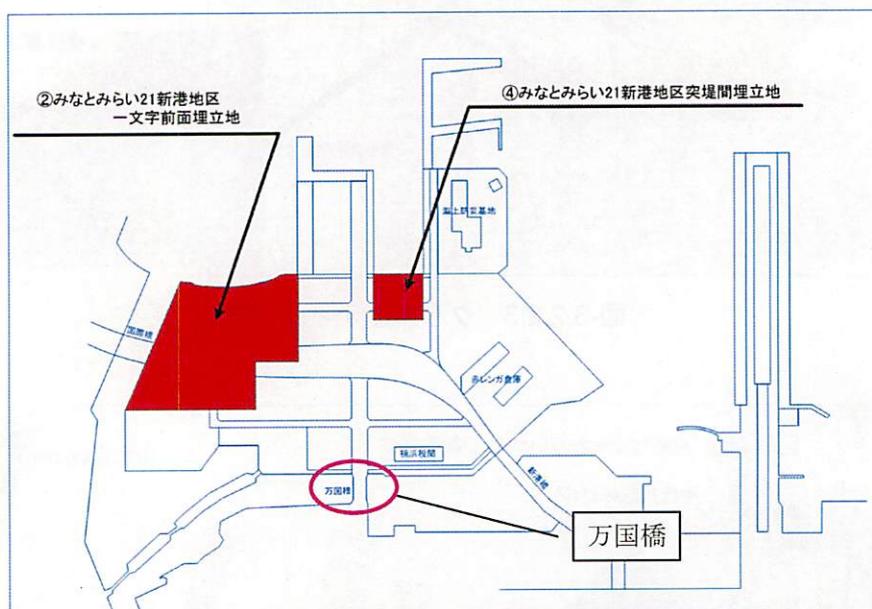


図-3.2.2.5 みなとの賑わい特区（特定埋立地）

一方、「文化芸術創造交流特区」は、「開港都市としての歴史や文化、水際線や歴史的建造物など横浜の独自性を活かしながら、文化芸術関連産業の集積や人材の育成、クリエイターなどの活動拠点の形成を図り、創造力あふれる個性的なまちづくりを推進し、また、市民、企業、NPO、観光客等多様な人々の交流を通じて、新たな価値の創造を促進し、新産業や新たなビジネスチャンスの創出する」ことを目的としている。

- ・ 先述の提言「文化芸術創造都市－クリエイティブシティ・ヨコハマの形成に向けた提言」の実現のためには、この「特区」による建築基準法や興行場法など改修条件に関わる規制緩和、支援制度の創設、産業開発資金等を活用した融資制度等の仕組みづくりが必要とされている。

(3) 横浜業務核都市基本構想の推進

本基本構想は、東京都心部への一極集中を是正するために、国の行政機関等を東京都区部から移転させるとともに、民間の事業所等の分散を図るなど、東京都区部周辺の相当程度広範囲の地域の中核となるべき都市（業務核都市）に、業務機能をはじめとする諸機能の集積を図る「多極分散型国土形成促進法（多極法）昭和63年制定」に基づき設定された。業務核都市の整備に対しては、税制面、資金面等各種の助成措置が講じられることになっている。

万国橋周辺は、業務・商業機能の強化を図るとともに、コンベンション機能を併せ持つ都心臨海部の一体的な業務集積地区のビジネスベルト内に位置し、首都圏を代表する業務拠点として重点的に育成整備することが計画されている。

(4) 横浜港長期ビジョン

本長期ビジョンは、横浜港が果たす国際物流・生産活動・市民のレクリエーションの場といった様々な役割を将来的にどのように発展させていくべきか、という視点から、概ね20～30年先の横浜港の将来像を展望したものである。以下に、基本目標、将来像を示す。図-3.2.2.6に横浜港長期ビジョン概念図、図-3.2.2.7にゾーニングイメージを示す。

万国橋周辺は、「世界の文化が交じりあう港」としてゾーニングされ、「世界各国から多様な人々が訪れ集い、生活することで、各国の文化と横浜の文化が交じりあい、新たな横浜の文化が世界各地に向けて発信させる港」として位置づけられている。

- 基本目標：「市民が誇れる港・ヨコハマ」
 - ・強い港・ヨコハマ：国際物流や生産など国際競争力の「強さ」
 - ・美しい港・ヨコハマ：港の景観や豊かな緑・水辺環境の「美しさ」
 - ・やさしい港・ヨコハマ：人や生態系、地球環境への「やさしさ」
- 6つの将来像
 - ・東アジアのスーパーハブ港
 - ・知識創造型ものづくりの港
 - ・新たなヨコハマ文化を発信する港
 - ・見て触れて楽しめる港
 - ・資源・エネルギーが循環する港
 - ・生態系が保全・再生される港

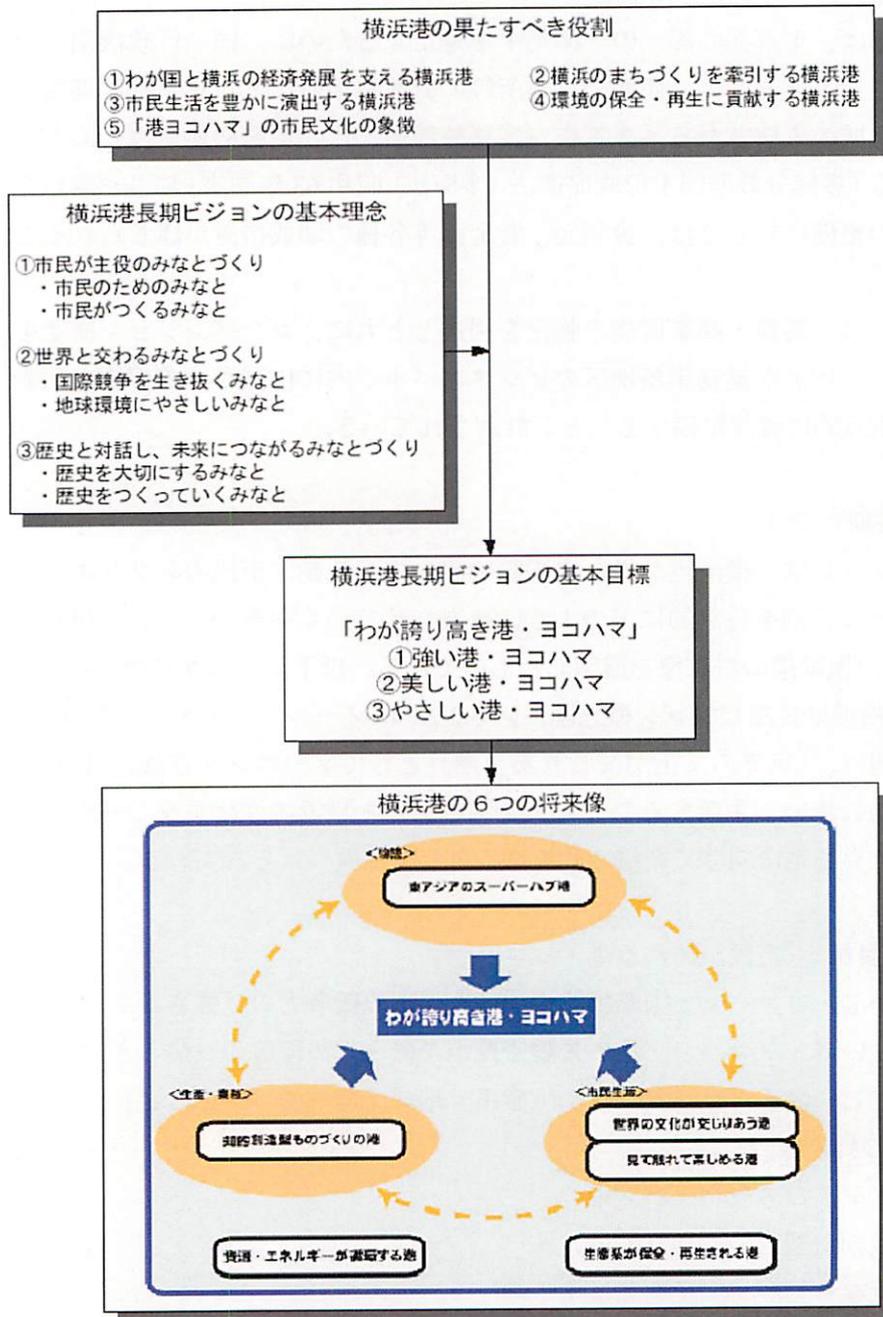


図-3.2.2.6 横浜港長期ビジョン概念図

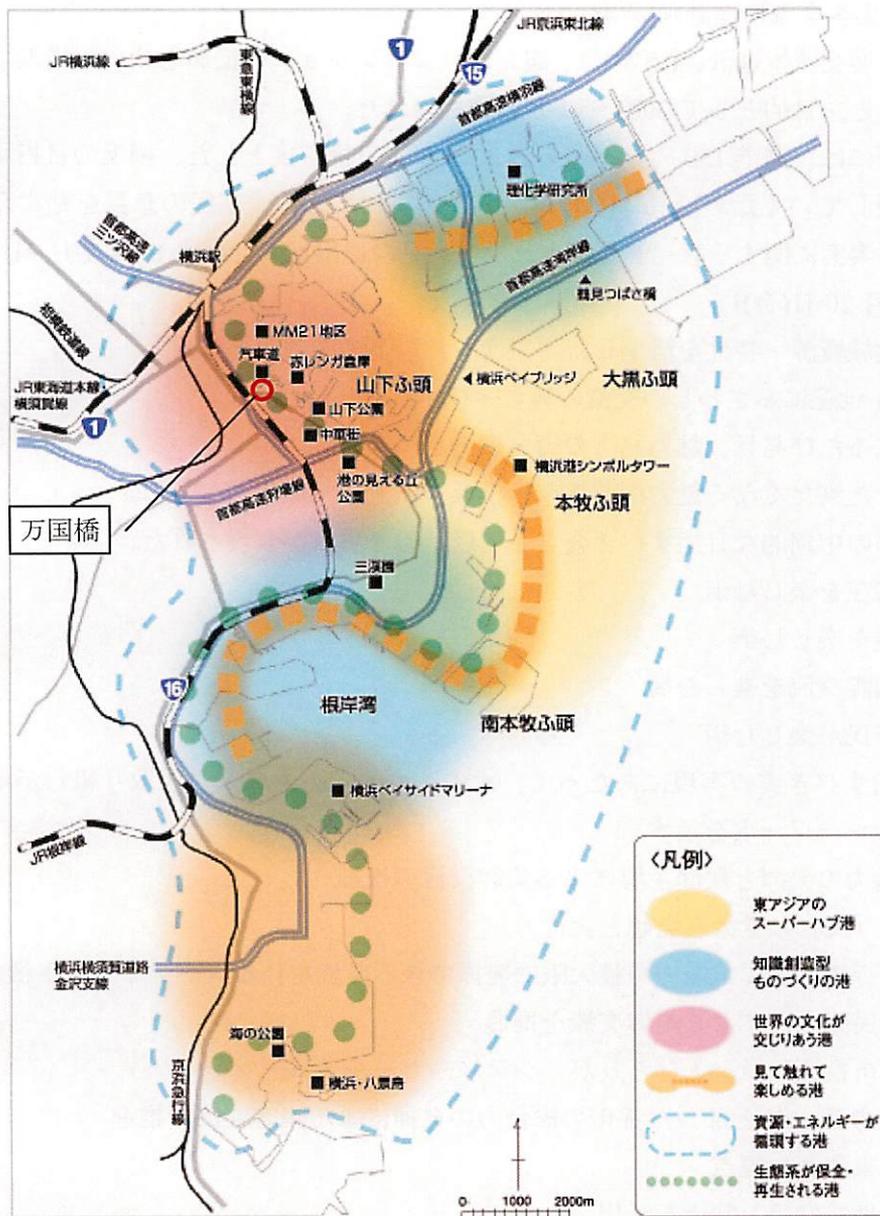


図-3.2.2.7 ゾーニングイメージ

(5) 横浜市集客交流推進計画(素案)

横浜市集客交流推進計画(素案)は、観光やコンベンションの振興をオール横浜で総合的に推進することを目的として2004年1月に作成された。

この計画には、開港150周年を迎える2009年を目標年度とした、横浜の目指すべき姿やそれを実現していくための具体的方策が盛り込まれている。市民の意見を踏まえた計画とするため、素案に関する意見が募集された(意見の提出期間:平成16年1月21日(水)~平成16年2月20日(金))。

横浜の地域資源・特性を活かした将来像を、以下の3項目とし、

- ・21世紀にふさわしい交流の舞台・横浜
- ・来るたび発見、魅力発信の街・横浜
- ・また来たくなる魅力創造都市・横浜

このための中期的な目指すべき姿として以下の4項目が表現された。

- ・滞在を楽しむ街
- ・港を楽しむ街
- ・国際交流を楽しむ街
- ・市民が楽しむ街

この目指すべき姿の実現にあたって、次の基本的考え方に基づき取り組むが示された。以下にそのキーワードを示す。

①民間活力の発揮と民間主導による集客交流の推進

- ・「民」の意欲と発想と実行力
- ・行政:民間が能力を最大限に発揮できる環境を作るコーディネート機能
- ・民間主導により集客交流を推進
- ・市役所職員一人ひとりが、シティーセールスパーソン

②街づくりと一体となった都市の総合力の発揮による集客交流の推進

- ・来訪者の視点
- ・地域資源・特性を活用
- ・総合的・体系的にとりまとめ
- ・オール横浜で取り組み

③地域資源・特性の徹底的な活用による横浜のオリジナリティを重視した集客交流の推進

- ・「都市」が持つ固有の風景、歴史などの既存の「資源」
- ・資源の再発見、磨き上げて集客資産化
- ・「横浜オリジナル」の魅力を創出
- ・市民も来訪者も楽しめる街づくり、交流

④横浜ファン・横浜サポーター(リピーター)づくりによる集客交流の推進

- ・リピーターの増加
- ・都市のファン・サポーター

⑤都市マーケティングの強化による集客交流の推進

- ・ 「民」との連携、都市マーケティングの強化
- ・ 地域資源・特性の再評価、市場分析

(参考文献)

- 1) 横浜市文化芸術・観光振興による都心部活性化検討委員会：「文化芸術創造都市－クリエイティブシティ・ヨコハマの形成に向けた提言」、2004年1月
- 2) 横浜市：構造改革特区提案書（「みなとの賑わい特区」、「文化芸術創造交流特区」、「国際物流特区」）、2003年
- 3) 横浜市都市経営局：横浜業務核都市基本構想、2003年12月
- 4) 横浜市港湾局：横浜港長期ビジョン、2003年5月
- 5) 横浜市プロモーション推進事業本部：横浜市集客交流推進計画(素案)、2004年1月

3.3 物理的側面からの検討

3.3.1 万国橋の現状

平成6年度に実施された「万国橋現況調査委託」報告書から、本橋の現況を以下に述べる。本橋は、旧橋部と拡幅された新設橋梁部とからなるが、両橋を対象に実施されている。調査項目を表-3.3.1.1に示す。

表-3.3.1.1 万国橋現況調査項目

調査項目	備考
1.外観変状調査	打診調査、目視調査、チョーキング
2.耐荷力調査(圧縮強度試験)	コアサンプリングによる
3.中性化試験	コア割裂による
4.塩分含有量試験	コアスライス、粉砕による試験
5.鉄筋腐食度調査	はつり出し目視観察及び自然電位法
6.配筋調査	電磁波レーダー法及びはつり出し鉄筋のかぶり厚実測

1) 外観変状調査の結果

アーチスプリング部周辺では、コンクリートの打継ぎ目に添って、広範囲なコンクリートの浮きが発生している。錆汁も確認出来ることから鉄筋位置で剥離していると判断される。

床版端部に亀甲状のひび割れが発生しているが、幅は0.1mm以下と微細なものであった。

本橋は、昭和46年にも外観変状調査を実施しており、特定した2本のひび割れを対象として、成長率の追跡調査がなされている。その結果を表-3.3.1.2に示すが、成長率は非常に小さな値であった。また、応力ひび割れである直角方向ひび割れは、打ち継ぎ目以外では、顕著なものは発生していない。

表-3.3.1.2 ひび割れ成長率

ひび割れ No.	ひび割れの方向性	昭和46年調査時長さ	平成6年調査時長さ	ひび割れ成長率 (経過年数22年として)
1	橋軸方向	4.5m	4.8m	0.3m (0.013m/年)
2	橋軸方向	5.0m	6.5m	1.5m (0.068m/年)

これら外観調査の総評として、損傷が著しいと判定された部位は、アーチスプリング部に集中しており、その他の床版部ではひび割れ幅も小さく、比較的健全な状態が保たれていた。

2) 耐荷力調査の結果(圧縮強度)

コアによる試験結果を表-3.3.1.3に示す。

表-3.3.1.3 圧縮強度試験結果

測定部位	平均圧縮強度 (kgf/c m ²)
新設部床版	254.5
旧橋部床版	514.6
旧橋部橋台	482.5

昭和46年の試験では、393 kgf/c m²と396 kgf/c m²であり、圧縮強度の低下は見られていない。

3) 中性化試験及び鉄筋かぶり厚測定結果

中性化深さの最大値23.6mmに対して、鉄筋かぶり厚の最小値が38mm保たれており、中性化による鉄筋腐食の可能性は低いと考えられる。

4) 塩分含有量試験

コア採取による塩分含有量の試験結果を表-3.3.1.4に示す。

表-3.3.1.4 塩分含有量試験結果

	塩分含有量試験結果 (kg/m ³)		
	表面	中間(深さ20mm)	鉄筋位置(深さ70mm)
旧橋スプリング部	5.92	8.57	6.97
旧橋橋台部(本町側)	13.40	5.70	4.43
旧橋アーチクラウン部	0.80	0.15	0.14
旧橋橋台部(新港側)	5.43	5.92	3.11
新設部アーチクラウン部	0.35	0.68	0.72
新設部橋台部	4.18	6.29	2.04

鉄筋腐食開始の含有量は1.2 kg/m³~2.5 kg/m³とされているが、既に大半の部位で規定値を越える結果となっている。鉄筋腐食は、Cl⁻と酸素の供給により進行するが、Cl⁻の数値のみからは鉄筋腐食の可能性が伺えた。

5) 鉄筋腐食度の調査結果

鉄筋腐食度の調査は、自然電位法と鉄筋はつり出しによる目視観察で行っており、破壊、非破壊ともに整合性のとれた結果となっている。

その結果、クラウン部、スプリング部共に判定ランク「Ⅲ」(全体に表面的な腐食)と評価されているが、自然電位法の結果では、スプリング部の鉄筋腐食がやや大きな判定ランク「Ⅳ」(浅い孔食等断面欠損 軽微な腐食)も一部で検出されている。

3.3.2 安全性からの寿命の推定

(1) 安全性が損なわれる荷重と鉄筋断面欠損の推定

平成5年度に実施された万国橋現況調査¹⁾での耐荷力検討結果を基に、鉄筋が腐食によって断面欠損し、アーチ部材が限界に達する時の欠損率（腐食率）を算定する。

1) 検討方針

i) 対象部材

上記検討結果より、最も厳しい断面（発生応力度／許容応力度が最大となる断面）として、「既設車道部のアーチ基部」を検討対象とする。

表-3.3.2.1 応力度一覧表（万国橋現況調査¹⁾より）

		既設部（車道部）		既設部（歩道部）		拡幅部	
		頂部	基部	頂部	基部	頂部	基部
断面	B(cm)	2070	2070	400	400	400	400
	H(cm)	60	130	60	130	60	130
配筋(cm ²)		104-φ32 =836.40	207-φ32 =1664.70	20-φ32 =160.80	40-φ32 =321.60	16-D32 =127.07	31-D32 =246.20
σ _c (kg/cm ²)	常時	47.9<65.0	49.6<65.0	48.0<65.0	48.7<65.0	51.6<80.0	54.9<80.0
	常時+温度	57.5<74.7	59.9<74.7	58.0<74.7	59.5<74.7	63.3<92.0	67.5<92.0
	地震時	39.0<97.5	47.1<97.5	42.7<97.5	48.9<97.5	45.8<120.0	55.4<120.0
σ _s (kg/cm ²)	常時	580<1200	649<1200	585<1200	641<1200	623<1800	714<1600*
	常時+温度	659<1380	771<1380	668<1380	769<1380	718<2070	862<1840*
	地震時	472<1800	611<1800	522<1800	639<1800	555<2700	714<2700
σ _c /σ _{ca}	常時	0.74	0.76	0.74	0.75	0.65	0.69
	常時+温度	0.77	0.80	0.78	0.80	0.69	0.73
	地震時	0.40	0.48	0.44	0.50	0.38	0.46
σ _s /σ _{sa}	常時	0.48	0.54	0.49	0.53	0.35	0.45
	常時+温度	0.48	0.56	0.48	0.56	0.35	0.47
	地震時	0.26	0.34	0.29	0.36	0.21	0.26

注) *は水中部の許容値

ii) 荷重状態

同様に、最も応力度の大きい組み合わせとして、「常時+温度（下降）+乾燥収縮+活荷重」とする。

iii) 限界状態

下記の3状態とする。

- ・鉄筋応力が許容応力度となる状態
- ・ " 降伏応力度となる状態
- ・断面が破壊する状態（終局状態）

iv) 設計活荷重

万国橋の今後の利用状況を勘案し、現行道示での設計活荷重（B活荷重）以外に低減した活荷重をも考慮する。

- ・B活荷重（H14道示）

- ・ A 活荷重 (H14 道示)
- ・ TL-14 (H2 道示以前)

v) 材料強度

平成 5 年度の現況調査における考え方を踏襲し、既設部については、建設当時の設計基準値を使用するものとする。

vi) 断面修復

対象断面は下面側（圧縮側）のかぶりコンクリートに剥落が認められるが、これを修復することも考慮して、圧縮側かぶりを無視した現況断面と、修復断面の兩者について検討する。

2) 検討条件

i) 設計断面力

既設車道部・アーチ基部における、荷重種別ごとの発生断面力を基に、活荷重分を補正して、各ケースの設計断面力を算出する。

活荷重のうち、B 活荷重・A 活荷重・TL-14 で異なるのは、分布荷重 p1、p2 であるため、これら分布荷重強度の B 活荷重に対する比率を求め、平成 5 年度の現況調査で得られた分布荷重による断面力を補正することとする。荷重強度から求めた補正係数を表-3.3.2.2 に示す。

表-3.3.2.2 活荷重補正率

	荷重強度			補正係数		備考
	B 活荷重	A 活荷重	TL-14	A/B	TL-14/B	
p 1 (分布)	$1.0 \text{ t/m}^2 \times 10\text{m}$ = 10 t/m	$1.0 \text{ t/m}^2 \times 6\text{m}$ = 6 t/m	$5.0 \text{ t/m} \times 0.7$ = 3.5 t/m	0.600	0.350	橋軸方向 10m 当り
p 2 (分布)	0.35 t/m^2	0.35 t/m^2	$0.35 \text{ t/m}^2 \times 0.7$ = 0.245 t/m^2	1.000	0.700	
q (群集)	0.35 t/m^2	0.35 t/m^2	0.35 t/m^2	1.000	1.000	

上記の方法によって、平成 5 年度の現況調査における設計断面力から、各ケースの設計断面力を求めて、表-3.3.2.3 に示す。

表-3.3.2.3 設計断面力

		M(tf·m)	N(tf)	備考
D (死荷重)		-744.9	-2,676.1	
T (温度)		685.7	-222.6	
SH (乾燥収縮)		-1,714.3	556.6	
L (活荷重)	p 1 (線荷重相当)	-258.5	-134.4	
	p 2 (等分布荷重相当)	-96.0	-59.5	
	q (群集荷重)	-24.1	-14.9	
合計 (D-T+SH +L)	B 荷重	-3,523.5 (1.00)	-2,105.7 (1.00)	H 6 現況調査時
	A 荷重	-3,420.1 (0.97)	-2,051.9 (0.97)	
	TL-14	-3,326.7 (0.94)	-2,000.5 (0.95)	

- 注、1) 着目断面は、既設車道部のアーチ基部
 2) 荷重状態は、常時+温度(下降)+乾燥収縮+活荷重
 3) () 内は、B 活荷重に対する比率

ii) 許容応力度

- ・コンクリート…… $\sigma_{ck}=210\text{kg/cm}^2$ 、 $\sigma_{ca}=65 \times 1.15=74.7\text{kg/cm}^2$
- ・鉄筋…… S R 24、 $\sigma_{sa}=1200 \times 1.15=1380\text{kg/cm}^2$

iii) 鉄筋の腐食評価

鉄筋の腐食を、鉄筋の均等な断面積減少で評価することとし、圧縮側と引張側は同等に腐食する、として計算する。

3) 検討結果

i) 断面が限界に達する時の鉄筋断面積比

各ケースの断面計算の結果から、断面が限界に達する時の、鉄筋断面積と当初断面積との比を求めると、表-3.3.2.4 のとおりである。

表-3.3.2.4 断面が限界に達するときの鉄筋断面積と当初断面積との比率

	活荷重	設計断面力		鉄筋量 $A_s(\text{cm}^2)$	設計結果		A_s/A_{s0}
		M(tf·m)	N(tf)		$\sigma_s(\text{kg/cm}^2)$	$M_u(\text{tf}\cdot\text{m})$	
許容応力	B	3523.5	2105.7	3329.59	1384		1.000
				3233.70	1380		0.971
	A	3420.1	2051.9	3235.66	1380		0.972
				3130.78	1380		0.940
	TL-14	3326.7	2000.5	3143.74	1380		0.944
				3039.48	1380		0.913
降伏応力	B	3523.5	2105.7	1902.26	2400		0.571
				1815.42	2400		0.545
	A	3420.1	2051.9	1842.12	2400		0.553
				1756.62	2400		0.528
	TL-14	3326.7	2000.5	1788.78	2400		0.537
				1704.46	2400		0.512
終局状態	B	3523.5	2105.7	1645.22		3523.5	0.494
				1591.00		3523.5	0.478
	A	3420.1	2051.9	1592.48		3420.1	0.478
				1538.84		3420.1	0.462
	TL-14	3326.7	2000.5	1546.00		3326.7	0.464
				1493.08		3326.7	0.448

注 1) 上段：現況断面（圧縮側かぶり剥離）

下段：修復断面

2) A_{s0} ：当初の鉄筋断面積（=3329.6 cm^2 ）

ii) 断面が限界に達する時の鉄筋腐食率

限界に達する時の鉄筋断面積から、腐食率を設定すると表-3.3.2.5 のとおりである。

表-3.3.2.5 断面が限界に達するときの鉄筋腐食率

限界状態	断面修復	活荷重		
		B活荷重	A活荷重	TL-14
許容応力	現況	0*	3	6
	修復	3	6	9
降伏応力	現況	43	45	46
	修復	45	47	49
終局状態	現況	51	52	54
	修復	52	54	55

注. 1) 各限界状態に達するときの断面欠損率（%）を示す。

2) *は腐食を考えない状態で応力超過を示す。（ $\sigma_s=1384 > \sigma_{sa}=1380\text{kg/cm}^2$ ）

（参考文献）

1) 「万国橋現況調査委託」（H6.3、横浜市港湾局）

(2) 安全限界に達する余寿命の推定

「万国橋現状調査委託」(H6.3、横浜市湾岸局)での耐荷力検討結果を基に、鉄筋が腐食によって断面減少し、アーチ部材が限界に至るの減少率を算定した。その腐食減少率の状況に達する時間は構造物の余寿命として推定する。

1) 塩害劣化モデル

コンクリート構造物の塩害は、コンクリート中に塩化物イオンが浸透し、その塩化物イオンが鉄筋位置で限界塩化物イオン量に達し、鉄筋の腐食が開始する。その後、鉄筋の腐食膨張圧によりコンクリート表面の鉄筋に沿ったひび割れが発生し、劣化が進展し、構造物の耐荷力の低下へとつながる。

塩害を受ける構造部材の劣化モデルを図-3.3.2.1に示す¹⁾。このモデルは、①潜伏期、②進展期、③加速期を区分し、3直線でモデル化できるとした。つまり、コンクリート表面から塩化物イオンが浸透し、鉄筋の腐食を開始させ、鉄筋腐食膨張圧により鉄筋軸方向のひびわれを発生させ、ひび割れ後さらに鉄筋の腐食速度が加速されるモデルである。

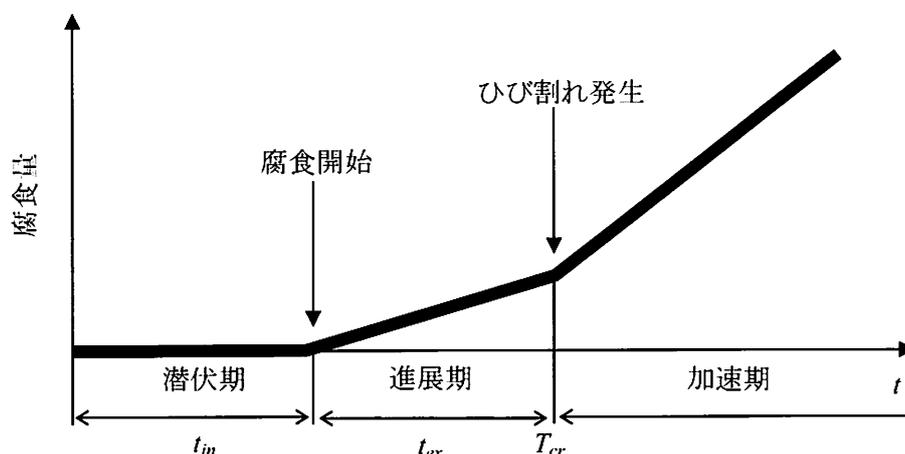


図-3.3.2.1 塩害劣化モデル

① 潜伏期モデル

一般に、塩化物イオン浸透は濃度勾配による拡散現象として、式(1)に示す Fick の拡散式で評価されている²⁾。

$$C_c(x,t) = C_0 \left\{ 1 - \operatorname{erf} \left(\frac{x}{2\sqrt{D_c \cdot t}} \right) \right\} \quad (3.3.2.1)$$

ここで、
 $C_c(x,t)$: コンクリート表面から深さ x 、浸透開始からの時間 t におけるコンクリート中の塩化物イオン濃度、
 C_0 : コンクリート表面の塩化物イオン量、
 erf : 誤差関数

$$erf \psi = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\psi} e^{-\theta^2} d\theta \quad (3.3.2.2)$$

D_c : 塩化物イオンの見かけの拡散係数
 x : コンクリート表面からの深さである。

等価拡散係数は、東京湾内内で整理された実際のデータによると、平均値 $1.7 \times 10^{-8} \text{cm}^2/\text{sec}$ 、標準偏差 $1.59 \times 10^{-8} \text{cm}^2/\text{sec}$ (対数正規分布)

コンクリートに進入する塩化物イオン量が鉄筋の酸化皮膜を破壊する限界値を超えた時を鉄筋の腐食開始とすると、腐食開始時期は、式 (3) のように示される。

$$t_{in} = t \quad \text{when} \quad C_c(x,t) = C_{limit} \quad (3.3.2.3)$$

ここで、 C_{limit} は塩化物イオン量の限界値である。

$C_c(x,t) = C_{limit}$ になる時が、鉄筋腐食開始を意味する。限界塩化物イオン量は不動態皮膜を破壊し、鉄筋腐食を開始させる塩化物の限界値であり、構造物の設置環境条件などにより異なるが、既往のデータを参考すれば、 $1.0 \sim 1.2 \text{kg}/\text{m}^3$ の矩形分布と仮定してもよい。

② 進展期モデル

酸素の拡散により鉄筋腐食が進行し、その鉄筋腐食の膨張圧によりひび割れが生じる。膨張した腐食生成物により腐食していない鉄筋に生じる膨張圧 q_0 とかぶり部に生じる圧力 q_1 が発生する³⁾。この圧力 q_1 によりコンクリート表面にひび割れが生じると仮定した。

従って、かぶり部のコンクリートに発生する引張応力 f_t は式 (4) で表される。

$$f_t = \frac{1}{\alpha_0 \left\{ (2x + \phi) / \phi - 1 \right\}} q_1 \quad (3.3.2.4)$$

ここで、

q_1 : 腐食鉄筋による膨張圧 (kg/cm^2),

x : 鉄筋のかぶり (cm),

ϕ : 鉄筋径 (cm)

α_0 : 誤差の修正係数 (0.5~0.8) である。

腐食鉄筋周りのコンクリートが腐食生成物の膨張による内圧を受けることにより、発生する引張応力 f_t が、コンクリートの引張強度 σ_t を超えるとひび割れが生じる。すなわち、ひび割れ発生時期 T_{cr} は式 (5) に示す。

$$T_{cr} = t \quad \text{when} \quad \sigma_t = f_t \quad (3.3.2.5)$$

③ 加速期モデル

鉄筋の腐食速度を、式 (6) で定義される鉄筋断面減少率を経過年数で割った断面減少率速度 C_s で評価した。

$$C_s = \frac{\Delta r}{T} = \frac{1 - Ad/As}{T} \quad (3.3.2.6)$$

ここで、

Δr : 鉄筋断面減少率、

Ad : ノギスで計測した鉄筋径から求める腐食鉄筋の断面積、

As : 公称断面積、

T : 経過年数である。

2) 万国橋の安全限界に達する余寿命の推定

実は式 (6) で表される経過年数はひび割れ発生後の経過年数であるが、本橋においては潜伏期間及び進展期間のデータが不足のため、平成6年3月の「万国橋現況調査委託」時点でひび割れも既に発生していると仮定した。

従って、腐食によって、鉄筋の断面減少率の状況に達する時間、即ち、構造物の余寿命、 T_r を以下に示す。

$$T_r = \frac{\Delta r}{C_s} \quad (3.3.2.7)$$

3) 鉄筋の腐食速度

鉄筋腐食減少率はかぶりが小さく、経過年数が長くなるほど大きくなる傾向にあるが、データのバラツキなどを考えるとかぶりに関係なくほぼ同程度の値と判断できる。

本橋のかぶり状況を図-3.3.2.2 に表される。(万国橋現況調査委託「耐荷力計算報告書」平成6年3月参照)

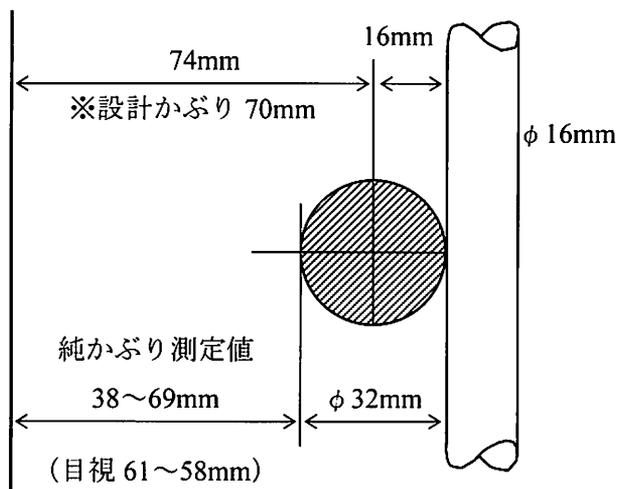


図-3.3.2.2a 旧橋部主鉄筋かぶり

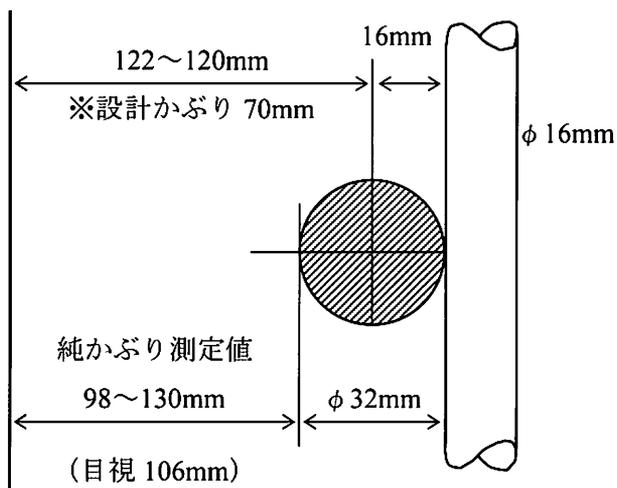


図-3.3.2.2b 拡幅部主鉄筋かぶり

既往データによると²⁾、図-3.3.2.3 に示すように回帰直線と経過年数との交点を腐食開始時期とし、勾配を断面減少率速度と仮定した。これによると、かぶり 25~75mm で腐食開始時期が 10 年程度、75~100mm で 20 年程度となりかぶりが多いほど腐食開始時

期が遅くなる傾向にある。断面減少率速度はかぶり 25~75mm で 0.31%/年程度、75~150mm で 0.42%/年程度となるが、データのばらつきなどを考えるとかぶりに関係なくほぼ同程度の値と判断できる。東京湾岸内におけるひび割れ発生後の断面減少率速度の平均的な値である 0.35%/年程度である。

従って、本橋の断面減少率速度 C_s は 0.35%/年とする。なお、鉄筋断面減少率 Δr は前節で計算されたものを採用する。

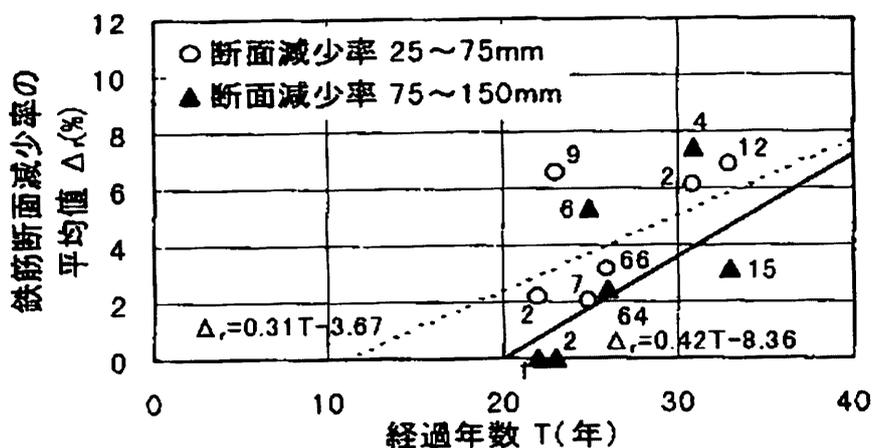


図-3.3.2.3 経過年数と平均断面減少率の関係

4) 残存寿命の推定

腐食による、万国橋の安全限界に達する残存寿命の推定結果を、表-3.3.2.6 に示す。

表-3.3.2.6 腐食による残存寿命の推定

限界状態	断面	残存寿命(年)		
		B 活荷重	A 活荷重	TL-14
許容応力度	現況断面 ^{注1)}	0	9	17
	修復断面 ^{注2)}	9	17	26
降伏応力度	現況断面 ^{注1)}	123	129	131
	修復断面 ^{注2)}	129	134	140
終局状態	現況断面 ^{注1)}	146	149	154
	修復断面 ^{注2)}	149	154	157

注1) 現況断面は、下面側(圧縮側)のかぶりコンクリートの剥離した断面である。

注2) 修復断面は、かぶりコンクリートの剥離を修復した断面である。

参考文献：

- 1) 松島、“コンクリート構造物の塩害劣化とライフサイクルコスト”、第 8 回信頼性技術ワークショップ、平成 13 年 8 月 1 日、pp.104-109
- 2) 堤、白井、安田、松島、“塩害劣化に関する影響要因の実データに基づく定量評価”、土木学会論文集 No.544/V-32、1996.8、pp.33-41
- 3) Y. Honjo, T. Kamada, M. Tominaga, Y. Kato & S. Sumitro, “Monitoring based maintenance (MBM) of reinforced concrete structures – Accuracy and frequency of monitoring on Life Cycle Cost –”, Proc. Of First International Conference on Structural Health Monitoring and Intelligent Infrastructure (SHMII-01), 2003.11, Vol. 2, pp.1313-1320

3.3.3 万国橋の使用性からの寿命

万国橋は、かつては新港埠頭への入り口として、物流の要であったが、新港橋にその役割を譲っている。現在では赤レンガ倉庫、新港パーク、横浜ワールドポーターズなどの観光地の入り口として位置付けられている。万国橋そのものも、昔の面影を残す観光スポットとなっている。最近では、横浜高速鉄道みなとみらい 21 線の馬車道駅が僅か 250m の位置に開業したこともあり、徒歩による観光客の増加が見込まれている。

万国橋の構造、用途から、使用性に関わる項目として以下のものが考えられる。

- ・ 乗り心地、歩き心地
- ・ 視覚的快適性
- ・ 視覚的安全性

乗り心地、歩き心地の中で橋梁そのものの振動性は、スパンの短い剛な構造形式であり、長周期の振動は起こりえないので、評価対象から除外した。

これら进行评估する大まかな指標としては以下のものが挙げられる。

- ・ 段差、舗装面
- ・ ひび割れ幅、ひび割れ密度
- ・ 汚れ領域の大きさ、汚れの密度

なお、精緻な評価に関しては、必要なデータが得られていないので、ここでは検討しないこととした。

1) 段差、舗装面

橋梁部と取り付け部の間には段差とそれに伴う舗装面のひび割れが見られる（写真-3.3.2.1）。このため、車輛の通過にあたっては、高速の場合はショックを感じることも考えられる。

これは、取り付け部と橋梁部の沈下量の差が原因と考えられる。

修復方法として、地盤の嵩上げ・締め固め・再舗装、舗装のオーバーレイなどが考えられる。これらの修復を行う限り使用性の回復は可能で、使用性からの寿命は問題にならないものと思われる。



写真-3.3.2.1 舗装面のひび割れ

2) ひび割れ幅、ひび割れ密度

万国橋では、歩行者から見える範囲では、御影石張りやアスファルト舗装がなされているので、コンクリートのひび割れは見られない。しかし、橋梁下面には多くのひび割れが見られる(写真-3.3.2.2)。

ひび割れ幅が大きくなると、鉄筋コンクリートの鋼材は腐食しやすくなり、耐久性が低下する。使用性からの許容ひび割れ幅は、腐食環境によって異なり、かぶりの0.35%~0.5%とされている¹⁾。鉄筋のかぶりは、旧橋梁部で38~69mm、



写真-3.3.2.2 旧橋梁下面の状況

拡幅部で98~130mmとなっている。海浜部であるので、腐食しやすい環境と考えられるので、0.35%を使用すると、使用限界のひび割れ幅は、旧橋梁部で0.13~0.24mm、拡幅部で0.34~0.46mmと考えることができる。3.3.1によると橋梁床版に見られるひび割れ幅は0.1mm以下であるので、旧橋梁部、拡幅部共に使用限界以内と評価できる。

ひび割れによる鉄筋腐食は、進行を遅くすることはできても、修復することはできない。このため、鉄筋腐食を進行させないこと及び腐食ひび割れを発生させないことから、塩化物イオン及び酸素のコンクリート中への遮断する表面被覆工などにより耐久性の向上を図る必要があると考えられる。

また、万国橋は、貴重な観光資源であり、現景のイメージを変えるような対策は好ましくない。このため、観光資源としての万国橋の美観性を損なわない表面被覆を行う必要があると考える。

3) 汚れ領域の大きさ、汚れの密度

万国橋は観光資源であることから、視覚快適性は重要な評価ポイントである。

写真-3.3.2.3 は橋梁側面の汚れの状況である。レトロな雰囲気を出すためには、観光客に不快感を与えない範囲での汚れは許容されると思われる。しかし、その限界は主観的なものであるため、ここではその判断を行わないが、たとえ使用限界を超えても、容易に修復ができるので、使用性による寿命には結びつかないものと思われる。

写真-3.3.2.4 は欄干部の破損状況である。この部分は、観光客にとって至近距離で目に入る部分であるため、使用限界を超えていると言わざるを得ない。容易に修復できることであるため、これも使用性による寿命には結びつかないものと思われる。



写真-3.3.2.3 橋梁側面の汚れ



写真-3.3.2.4 欄干御影石張りの破損

4) その他

至近距離に馬車道駅が出来たことから、万国橋は歩行者を主体とした、新港埠頭への通過点としての役割が明確化してくる。そのため、今後は車両よりも歩行者の通行が主体となると予想される。万国橋自身が観光資源であることから、視覚的快適性が使用性の最大評価ポイントとなるため、見える部分の管理のレベルが下がることは無いと思われる。

一方、目に付きにくい橋梁下面のひび割れは、放置すると進行するので、表面被覆などの対策と共に、定期的な点検を忘れてはならない。

【参考文献】

- 1) 土木学会：2002年制定 コンクリート標準示方書[構造性能照査編]、平成14年3月

3.3.4 まとめ

万国橋の物理的寿命は、安全性と使用性について検討を行った。

安全性からの寿命は、鉄筋腐食による安全性能の限界とした。また、安全性能の限界は、鉄筋の許容応力度、降伏応力度、終局限界とした。万国橋は、新港の貨物取扱量が減少していることから大型車通行量も減少すると推定される。このため、万国橋を今後通行する荷重は、TL20 もしくは TL14 程度で十分と推測される。表 3.3.2.6 に示すように、TL20 もしくは TL14 荷重で、許容応力度の限界に達する寿命は、約 20 年、鉄筋降伏に達するのが約 130 年、終局状態に達するのが約 150 年となる。

使用性からの寿命は、ひび割れ幅及びひび割れ密度からもとめられるが、橋梁床版に見られるひび割れ幅から、現時点では使用限界以内と評価できる。しかし、コンクリート内部に浸透した塩化物イオン及び酸素により鉄筋腐食が進行する可能性を否定できない。このため、塩化物イオン及び酸素のコンクリート中への遮断する表面被覆工などにより耐久性の向上を図る必要があると考えられる。また、表面被覆工等の対策工を行う場合には、観光資源である万国橋の現景のイメージを変えるような対策は好ましくないと考えられることから、美観性に配慮した対策の実施が必要であると考えられる。

したがって、万国橋の物理的寿命は、適切な時期にコンクリートは表面被覆などの劣化対策を実施すれば、使用性及び安全性も確保でき半永久的な寿命を維持することが出来ると考えられる。

昭和 15 年に建設された万国橋は、64 年も供用されたにもかかわらず拡幅部とほぼ同じ中性化深さ及び塩分浸透量となっていることから、万国橋は、蜜実なコンクリートが打設されたと推測される。また、打ち継ぎ目以外には応力ひび割れである直角方向ひび割れが発生していないことから構造的にも安定した、優れた構造であると考えられる。材料、施工、構造と当時の技術の集大成として建設された結果として 64 年経過したにも関わらず現在も健全な状態を維持していると考えられる。このためにも、先輩技術者の英知の結晶である万国橋を最新の技術、英知により可能な限り維持し半永久的な寿命を創造することが我々後輩技術者の責務であると考えられる。

3.4 機能面からの検討

3.4.1 万国橋周辺の交通量の推移及び貨物量の推移

万国橋上を通過した交通量は、表-3.4.1.1 に示すように 1993 年（平成 5 年）に約 4,000 台、2000 年（平成 12 年）約 7,200 台である。表-3.4.1.1 の交通量は、7:00～19:00 までの 12 時間の交通量である。

表-3.4.1.1 万国橋の通過交通量

調査年月日	新港に入る（台）	新港より出る（台）	合計（台）
1993 年 10 月 21 日	1,950	2,048	3,998
2000 年 11 月 29 日	4,091	3,090	7,181

また、万国橋周辺の交通量は、交通量センサスより収集した。万国橋の近傍の調査位置は、図-3.4.1.1 に示すように横浜市中区本町 5 丁目（県道 133 号線）であった。本町 5 丁目（県道 133 号線）の交通量の推移を図-3.4.1.2 に示す。本町 5 丁目の交通量は、1978 年の 44,000 台をピークに減少し、2000 年には約 29,000 台の交通量になっている。

万国橋は、4,000 台～7,000 台の交通量であることから、県道 133 号の交通の一部が新港方面に流れていることが推測できる。しかし、県道 133 号線より万国橋上の交通量の推移することは困難である。



図-3.4.1.1 万国橋周辺交通量調査位置

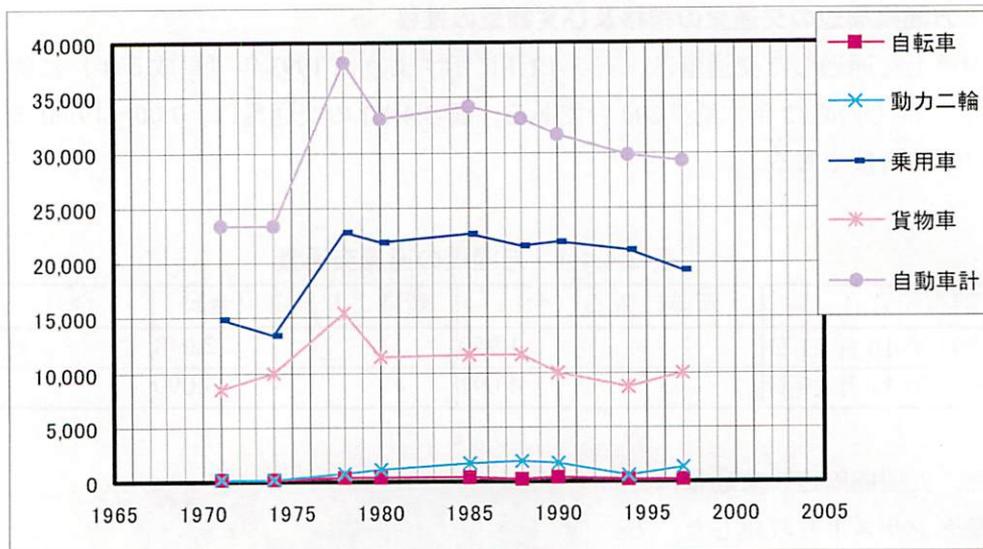


図-3.4.1.2 中区本町5丁目(133号線)交通量の推移

表-3.4.1.2 中央区本町5丁目交通量

年	西暦	歩行者	自転車	荷車, 牛馬車	動力付二輪車	自動車類										合計
						乗用自動車				貨物自動車						
						軽自動車	乗用	バス	小計	軽自動車	小型	貨客車	普通	特殊	小計	
昭和 46	1971	7,390	180	0	216	578	12,827	1,510	14,915	225	1,405	2,094	3,872	774	8,370	23,285
昭和 49	1974	5,986	188	2	264	586	11,672	1,228	13,486	360	1,388	2,448	5,532	174	9,902	23,388
昭和 53	1978	15,891	315	0	717	592	20,308	1,906	22,806	342	2,532	4,384	7,733	430	15,421	38,227
昭和 55	1980	17,952	300	0	1,096	678	19,237	1,854	21,769	539	1,859	2,943	5,711	236	11,288	33,057
昭和 60	1985	12,371	296	0	1,589	368	20,571	1,663	22,602	695	912	3,462	6,124	277	11,470	34,072
昭和 63	1988	12,863	245	0	1,756	490	19,095	1,822	21,407	1,188	1,696	3,063	5,188	471	11,606	33,013
平成 2	1990	11,913	391	0	1,610	160	19,700	1,902	21,762	1,313	743	2,890	4,211	661	9,818	31,580
平成 6	1994	9,214	94	0	557	386	18,760	1,954	21,100	968	521	2,635	3,879	668	8,671	29,771
平成 9	1997	6,188	204	0	1,237	742	16,617	1,954	19,313	1,007	1,136	2,240	4,786	709	9,878	29,191

このため、万国橋の通過交通量を新港の港湾と鉄道の貨物取扱量から推定する事とする。

横浜港の取り扱った貨物は、船舶と鉄道及び陸上交通であるため、陸上交通の全てが万国橋を通過量と比例すると仮定し通過貨物量の推移を推定する。

図-3.4.1.3 に横浜港全体の貨物取扱量を示す。戦前及び戦後直後までは鉄道貨物量と陸上貨物量は、ほぼ同じ取扱量となっていた。しかし、1955年以降は陸上輸送が主体となってきている。

また、新港の貨物取扱量を図-3.4.1.4 に示す。新港の貨物取扱量は横浜港全体に占める割合は低い。また、1989年に横浜関税の保税倉庫が廃止されたため1989年以降の新港の貨物取扱量が極端に低下している。このため、万国橋の通過する貨物量も新港の海上貨物取扱量に比例して1990年以降は低下している。なお、東海道線と新港を結ぶ臨港線は1987年に廃止されており、横浜港駅は1985年以降貨物の取扱を行っていない。

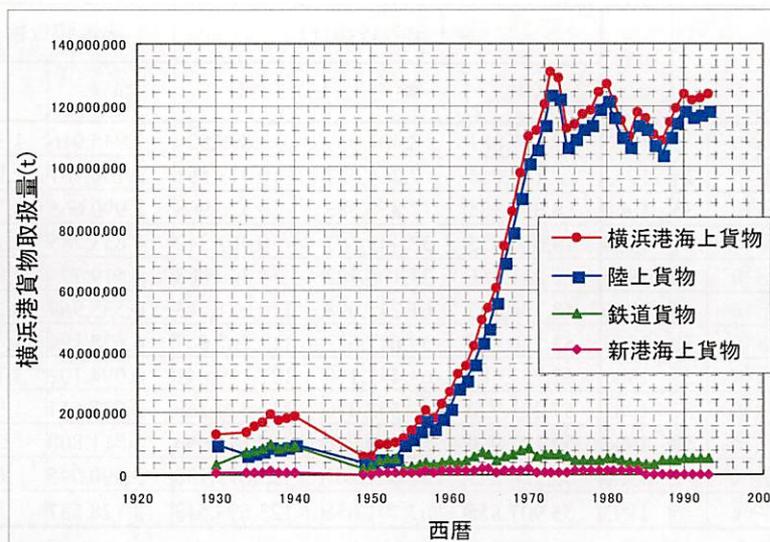


図-3.4.1.3 横浜港取扱貨物量

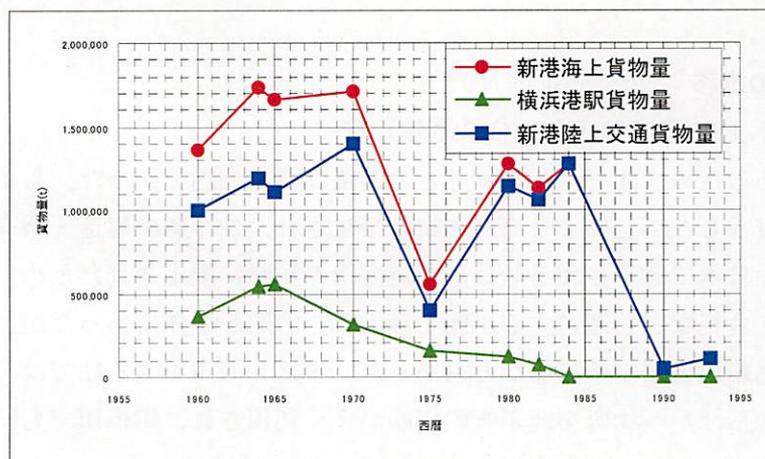


図-3.4.1.4 新港取扱貨物量

表-3.4.1.3 横浜港, 新港の貨物取扱量

年	西暦	海上出入貨物(t)			臨港駅貨物取扱量合計(t)			横浜港陸上交通貨物量(t)	
		輸出	輸入	合計	発送	到着	合計		
昭和	5	1930	4,497,881	8,401,939	12,899,820	1,945,916	1,368,107	3,314,023	9,585,797
昭和	28	1953	3,149,064	7,264,527	10,413,591	3,166,781	1,941,611	5,108,392	5,305,199
昭和	35	1960	8,676,385	17,850,583	26,526,968	2,990,665	1,768,884	4,759,549	21,767,419
昭和	39	1964	18,017,835	32,449,507	50,467,342	4,833,785	2,171,736	7,005,521	43,461,821
昭和	40	1965	21,231,366	33,108,722	54,340,088	4,519,773	1,900,270	6,420,043	47,920,045
昭和	45	1970	48,784,585	61,247,098	110,031,683	6,535,969	2,201,131	8,737,100	101,294,583
昭和	50	1975	53,120,025	59,647,632	112,767,657	4,628,194	1,428,848	6,057,042	106,710,615
昭和	55	1980	62,757,481	64,442,160	127,199,641	4,094,102	1,113,552	5,207,654	121,991,987
昭和	57	1982	57,271,920	57,552,340	114,824,260	3,727,514	964,629	4,692,143	110,132,117
昭和	59	1984	59,182,960	58,400,036	117,582,996	3,311,808	710,638	4,022,446	113,560,550
平成	2	1990	55,220,877	68,652,261	123,873,138	3,090,095	835,392	3,925,486	119,947,652
平成	5	1993	55,907,855	67,791,658	123,699,513	3,128,537	824,919	3,953,457	119,746,056

年	西暦	新港海上貨物取扱量(t)			横浜港貨物取扱量(t)			新港陸上交通貨物量(t)	
		輸出	輸入	合計	発送	到着	合計		
昭和	35	1960	1,038,823	322,404	1,361,227	241,700	119,926	361,626	999,601
昭和	39	1964	1,367,319	368,685	1,736,004	378,174	165,416	543,590	1,192,414
昭和	40	1965	1,338,934	318,777	1,657,711	332,637	218,784	551,421	1,106,290
昭和	45	1970	1,513,362	199,800	1,713,162	193,750	116,904	310,654	1,402,508
昭和	50	1975	299,719	249,817	549,536	83,582	71,091	154,673	394,863
昭和	55	1980	1,053,548	219,346	1,272,894	43,833	79,260	123,093	1,149,801
昭和	57	1982	956,515	170,988	1,127,503	16,009	53,266	69,275	1,058,228
昭和	59	1984	1,103,552	177,705	1,281,257	0	0	0	1,281,257
平成	2	1990	37,619	11,935	49,554	0	0	0	49,554
平成	5	1993	40,124	62,519	102,643	0	0	0	102,643

3.4.2 水上交通の推移

(1) 江戸時代の水上交通〔1859年(安政6年)以前〕

日本は島国であるため、江戸時代の世界との連絡は海上交通であった。しかし、1635年に幕府が鎖国を宣言したことにより海外渡航は禁止され、外洋船の建造・所有も禁止された。これにより、日本で建造される船は沿岸航海用の和船に限定されたため、海上で航行する船は炭・薪・食料などを運送する小船や渡人船、漁船が主体であったが、比較的大きなものとしては廻船用帆船の千石船などもあった。また、河川を走る船では、とくに利根川水系で関八州から江戸へ物資を運ぶ帆船川船が多く利用され、相模川でも同様の利用が見られた。

この時代の陸上交通は、交通手段が徒歩や駕籠で、山岳地では馬が使われることもあったが、いずれも大量の物資運搬には適さなかった。したがって、物資運搬は沿海や河川での水上交通によって行われた。

横浜付近の江戸時代の水上交通では、河川交通については見るべきものがほとんどないが、海上交通は江戸が大消費都市として人口百万人に迫る勢いとなり、その日常生活を支える諸物資を運搬するため発展した。1690年（元禄3年）、幕府は関東の城米・年貢米を積み出す湊・河岸を一斉調査して、江戸までの距離に応じて運賃・船賃を制定したが、そのころ横浜市付近では神奈川・野毛・本牧が湊となっていたほか、洲乾（戸部）・洲崎・野島（金沢）が港湾として栄え、米穀のみならず塩や漁獲物を江戸へ輸送していた。

(2) 開港～文明開化〔1859年（安政6年）～1888年（明治21年）〕

1853年7月（嘉永6年6月）、アメリカのペリー提督が4隻の船を率いて浦賀に来航し、日本の鎖国政策を変えさせ、港を開くように強く要求した。

1854年3月（安政元年3月）、幕府は「日米和親条約（神奈川条約）」を結び、その後の1858年7月（安政5年6月）には「日米修好通商条約」を、さらにオランダ、ロシア、イギリス、フ

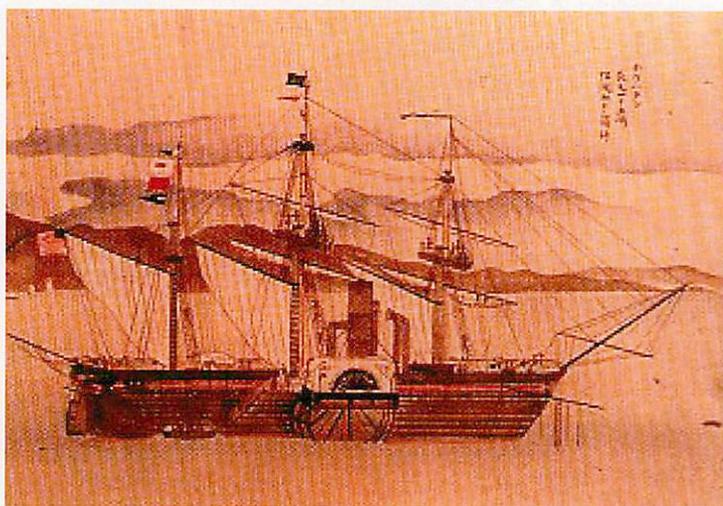


図-3.4.2.1 黒船来航の図

ランスとそれぞれ条約を結び、1859年7月1日（安政6年6月2日）、神奈川（横浜）、長崎、箱館（函館）を開港して外国との自由貿易が始まった。

当時の横浜は小さな漁村だったので、開港時に現在の大栈橋の付け根付近に2か所の波止場がつくられた。船は波止場に直につけることができないので沖に停泊し、「はしけ」や「汽艇」とよばれる小さな船が陸との間を往復して荷物や人を運んだ。

また、開港に伴って、横浜港に至る旅客船の定期航路も開設された。

【定期航路（外国船）】

- ・ 1864年、イギリスのP&O社（ペニンシュラ・アンド・オリエンタル蒸気郵船会社）の蒸気船による航路が横浜まで延長された。P&O社は1837年に設立され、イギリスのサザンプトンからジブラルタル（イベリア半島）を結び、やがて地中海を東進してスエズに至り、運河（スエズ運河）開通以前は陸路を通してセイロン、シンガポール、香港、上海まで延長した。横浜は、上海線のさらに延長である。

- ・ 一方、日本開国に一番乗りしたアメリカは、やがて南北戦争（1861～65年）のため進出が遅れるが、1867年には太平洋郵船のニューヨークーパナマ海溝・サンフランシスコ線の延長として、横浜ー上海・香港の航路を開設した。

明治5年、新橋・横浜間の鉄道開通より以前の交通は、海上が蒸気船、陸上は馬車であった。この頃の国内での蒸気船の歴史としては、以下の2例が代表事例である。

【蒸気船の歴史】

- ・ 慶応3年（1867年）10月、江戸小網町（現在の中央区）廻船問屋の松坂彌兵衛と横浜弁天町の鹿島屋亀吉等が米国人ウエンリードより蒸気船を1万5千ドルで買い取り、稲川丸と名付けて、隅田川の藤棚から品川に寄り横浜までの乗合を開始した。
- ・ 明治3年（1870年）、横浜に住んでいたホイット兄弟がこれに対抗してシティ・オブ・エド号による蒸気船会社を始めた。両者は運賃を下げる、速度を増すなどして猛烈な競争になったが、明治3年8月1日午後3時30分に築地居留地の波止場から数メートルのところでシティ・オブ・エド号の蒸気機関が破裂し沈没、数十名が死傷する当時としては大事故を起こした。

(3) 市政施行～関東大震災 〔1889年（明治22年）～ 1923年（大正12年）〕

政府は1889年（明治22年）から何回にもわたって港の建設工事をして、近代的な港にするように努めたので、横浜港はわが国第一の国際貿易港として日本の表玄関になり、貿易額は年ごとに増えた。また、客船埠頭として今でも親しまれている大さん橋埠頭



図-3.4.2.2 関東大震災時の新港埠頭
(写真／横浜マリタイムミュージアム所蔵)

や東・北水堤（内防波堤）は1889年（明治22年）から1896年（明治29年）にかけて、赤レンガ倉庫で知られる新港埠頭は1899年（明治32年）から1916年（大正5年）にかけて建設された。新港埠頭では、当時の施設の一部が今でも利用されている。

さらに、川崎から神奈川にかけては、民間により工場用地として埋め立てられ、京浜工業地帯がつけられたが、1923年（大正12年）9月1日の関東大震災で、開港以来築かれてきた横浜港の施設は、大半が崩壊した。

この頃の代表的な輸入品は、繰綿、羊毛であり、代表的な輸出品は、生糸、羽二重である。

(4) 震災復興～第二次世界大戦〔1924年（大正13年）～1945年（昭和20年）〕

震災復興は急いで進められ、昭和の初め頃にはほとんど元の姿にもどった。同時に新しい工事も始められ、高島埠頭や山内埠頭が1921年（大正10年）～1934年（昭和9年）にかけて建設されるなど、港の整備が続けられた。

このころ、鶴見・神奈川の現在の恵比須、宝、大黒町の工場用地の埋め立ても進み、また京浜工業地帯には、軍需産業が盛んになり工場が増え続けた。

その後、さらに港を大きくする工事にも取り掛かったが、まもなく太平洋戦争が始まって思うように進まなくなり、戦争の終わりごろには、空襲によってまたも、横浜港は大きな被害を受けた。

この頃の代表的な輸入品は、綿花、石油であり、代表的な輸出品は、生糸、絹織物である。

(5) 戦後～高度経済成長期〔1946年（昭和21年）～1973年（昭和48年）〕

1945年（昭和20年）の終戦からの横浜港は、アメリカを中心とする連合国軍によって港の施設のほとんどが接收され、軍以外の港の働きは、一時完全に止まってしまった。民間貿易も終戦直後に中止されたが、1949年（昭和24年）から再開され、高島、山内、大さん橋、新港の順に、つぎつぎに埠頭の施設が返還された。しかし、瑞穂埠頭や新港埠頭の一部などは、アメリカ軍によって管理されていた。

1951年（昭和26年）、それまで国が行っていた港の管理は、港湾法という法律ができたことでそれぞれの地方に移され、横浜港は横浜市が港湾管理者となった。そして、貿易再開後はしだいに海外との取引がさかんになった。

1957年（昭和32年）ごろには横浜港でも、外国貿易額・入港船舶トン数・取扱貨物量などのすべてが戦前の記録を上回った。横浜市は、増え続ける入港船舶や取扱貨物に対応するために新しい港湾計画を立て、埠頭などのいろいろな施設の整備を続け、1963年（昭和38年）には、出田町埠頭と山下埠頭、1970年（昭和45年）には本牧埠頭の一部が完成し、さらに1971年（昭和46年）からは大黒埠頭の整備が進められた。

また、重化学工業の発達により京浜工業地帯も拡大され、そのまわりの地域にも工場が建ちならびはじめ、昭和30年代に大黒町地先の海面をはじめとして根岸湾が埋め立てられ、臨海工業用地が完成し、横浜港の工業港化も進んだ。住宅地に工場がまじり合い環境を悪化させてきたため、工場の移転先として金沢地先に埋立地がつくられた。1964年（昭和39年）には、東京オリンピックをきっかけとして、大さん橋埠頭には客船用の施設を整えた。

この頃の代表的な輸入品は、原料品（金属原料・繊維原料等）、石油、食料品であり、代表的な輸出品は、衣類、玩具、生糸、絹織物、船舶、鉄鋼、自動車、魚介類などである。

(6) コンテナ時代～現在

[1974年(昭和49年)～]

高度経済成長期の日本では、近代化、合理化の波の中で港にも大きな影響をもたらした。

1967年(昭和42年)ごろから、外国貨物の輸送に「コンテナ」が使われるようになった。それまで、多くの貨物は個々に梱包され1つ1つ船に積まれていたので、包装、船積みや荷下ろしのための荷役作業、港から港までの輸送



図-3.4.2.3 フルコンテナ船第一船サンファン号

などに、たいへんな時間と人手と費用がかかっていたが、「コンテナ」を使うと貨物の包装は簡単になり、荷役作業はガントリークレーンとよばれる大型クレーンによって短時間で大量にできるようになった。さらに、受取人ごとの貨物の整理が簡単なため、港から港への輸送も迅速かつ容易になり、安全性も向上した。コンテナ貨物の量は、年ごとにたいへんな勢いでふえ続け、コンテナを専用運ぶ「コンテナ船」が登場して、船の大型化が進んだ。

しかし、それまでの横浜港の施設は、すべて昔からの一般貨物船用に建設されていたので、これらの施設でもコンテナ荷役はできるものの効率が悪いと、コンテナ船用の港湾施設を早急に建設する必要が生じた。そこで、横浜市では、コンテナ貨物を取り扱うための港湾計画をたて、まず、本牧埠頭や大黒埠頭を建設し、「ガントリークレーン」を据え付けたコンテナ貨物用の施設を整備した。1991年(平成3年)からは、さらに増加するコンテナ貨物に対応するため、南本牧埠頭の建設に着手した。

この頃の輸入品は、非鉄金属、自動車等が増加した。一方、代表的な輸出品は、コンピューターを中心とした各種一般機械、自動車、自動車部品、半導体、カラーテレビ等の電気機器、VTRなどである。

このように、明治時代の中頃から始まった整備により、港は沖側へ拡大した。開港からほぼ140年を経た現在では、山内埠頭・高島埠頭から新港埠頭・大さん橋地区は港の一番奥まったところになり、老朽化も進んだ。そのため、港と街の調和を図り、新しい横浜のウォーターフロントをつくり出す「みなとみらい21計画」「大さん橋埠頭再整備事業」などが進められている。

これらの、ウォーターフロント開発の流れの中で、水辺の様々な都市機能や観光施設を相互に航路でつなぎ、市民や観光客が利用できるような水上交通ネットワークの構築が進められており、横浜港においても「シーバス」等が運行されるようになっている。

3.4.3 観光客の推移

(1) 新港埠頭の歴史

万国橋の観光客を把握する前に、特に新港埠頭の歴史の変遷を把握した。表-3.4.3.1には、新港埠頭歴史年表¹⁾を示す。

表-3.4.3.1 新港埠頭歴史年表¹⁾

年	記事
1899年(明治32年)	大蔵省により横浜税関第1期海面埋立工事(新港ふ頭)着手
1905年(明治38年)	第1期海面埋立工事完成
1906年(明治39年)	市の1/3の費用負担により第2期拡張工事(埋立、陸上設備)着手、埋立地を新港町と命名
1907年(明治40年)	赤レンガ倉庫(2号)着工
1908年(明治41年)	赤レンガ倉庫(1号)着工
1910年(明治43年)	臨港鉄道開通
1911年(明治44年)	赤レンガ倉庫(2号)竣工、第2期埋立竣工
1913年(大正2年)	赤レンガ倉庫(1号)竣工、50tクレーン(ハンマーヘッドクレーン)竣工
1917年(大正6年)	陸上設備工事完成
1920年(大正9年)	横浜港(よこはまみなと)駅開業
1923年(大正12年)	関東大地震
1924年(大正13年)	陸上設備震災復旧工事着手
1927年(昭和2年)	4号上屋(客船ターミナル)再建
1940年(昭和15年)	万国橋架替工事竣工
1945年(昭和20年)	米軍による接收(センターピアと呼称)
1952年(昭和27年)	3、4号岸壁接收解除
1956年(昭和31年)	冷蔵倉庫を除き接收解除、国費復旧工事着工
1957年(昭和32年)	戦後初の北米向け客船氷川丸が出航
1960年(昭和35年)	氷川丸4号岸壁より最終航海出航
1961年(昭和36年)	一文字地区埋立着工、9号岸壁改良工事完成
1962年(昭和37年)	一文字地区埋立竣工
1963年(昭和38年)	2号岸壁改良工事完成、新港町(赤レンガ地先)埋立竣工
1973年(昭和48年)	新港橋架替工事竣工
1974年(昭和49年)	万国橋拡幅工事竣工
1979年(昭和54年)	横浜市都心臨海部総合計画(みなとみらい21計画の前身)を発表
1982年(昭和57年)	「横浜港港湾計画」において、新港ふ頭を内港地区再開発計画の一環として位置づける
1983年(昭和58年)	みなとみらい21起工
1986年(昭和61年)	国鉄臨港線高島ヤード・山下ふ頭間廃止
1987年(昭和62年)	赤レンガフォーラムを開催
1988年(昭和63年)	新港地区再開発(一文字前面埋立)着工
1989年(平成元年)	横浜博覧会(臨港線で客車を運行)
1992年(平成4年)	赤レンガ倉庫の土地、建物を国より取得、臨港線跡地(自動車道)を国鉄清算事業団より取得
1994年(平成6年)	米軍横浜冷蔵倉庫返還、シーブルー事業開始、国際橋開通
1995年(平成7年)	海上防災基地完成、一文字前面埋立竣工
1996年(平成8年)	突堤間埋立着工、赤レンガフェスタ開始(平成10年まで3ヶ年実施)
1997年(平成9年)	自動車道オープン
1998年(平成10年)	突堤間埋立竣工、シーブルー事業完了
1999年(平成11年)	コスモワールド移転オープン(3月)、新港橋拡幅工事着工(3月)、街並み景観ガイドライン策定(6月)
	新港地区街開き(9月)
	運河パークオープン、赤レンガパーク(一部)オープン、新港パーク(一部)オープン、横浜ワールドポーターズ開業
	市営バス「横浜駅東口・桜木町駅-赤レンガパーク」間運行開始、水上バス「日本丸メモリアルパーク-運河パーク」
2000年(平成12年)	臨港幹線側道延長開通(国際橋-新港中央交差点)、街開きイベント開催、中央交差点歩道橋名称公募
	ナビオス横浜開業(10月)、中央交差点歩道橋を新港サークルウォークと命名・開通(12月)
2001年(平成13年)	新港2・3号線、港湾3号線(一部)開通(7月)赤レンガ倉庫活用工事着工(10月)
	JICA・横浜国際センター着工(11月)
2002年(平成14年)	新港パーク全面オープン(4月)新港1号線開通(8月)横浜トリエンナーレ2001開催(9月-11月)
	港湾3号線・臨港幹線側道延長開通(新港サークルウォーク-新港橋)
	(2月)インナーハーバーフェスティバル開催(3月)赤レンガ倉庫開業、
	赤レンガパーク全面オープン(4月)11-2・3街区開発事業者募集開始(8月)JICA・横浜国際センター開業(12月)

この内、観光面あるいは人・物資の流れの面での主な出来事として、以下のものが挙げられる。

1905年：第1期海面埋め立て工事完成(新港埠頭完成)

1910年：臨港鉄道開通

1920年：臨港鉄道横浜港駅開業

1927年：客船ターミナル再建

1957年：戦後初の北米向け客船氷川丸が出航

1986年：国鉄臨港線高島ヤード・山下埠頭間廃止

（横浜港駅は昭和57年廃止）

1989年：横浜博覧会（臨港線で客車を運行）

1999年3月：コスモワールド移転オープン

〃 9月：新港地区街開き（赤レンガパーク（一部）、新港パーク（一部）、横浜ワールドポーターズ オープン）

〃 10月：ナビオス横浜開業

2001年4月：新港パーク全面オープン

2002年3月：赤レンガ倉庫開業

〃 4月：赤レンガパーク全面オープン

〃 12月：JICA 横浜国際センターオープン

観光客数に注目した場合、1999年の横浜コスモワールドオープンと新港地区街開きが、特に急激な観光客数の変化をもたらしているものと推測される。また、これ以前の新港地区における観光客数は、昭和2年の旅客ターミナル建設以降、おもに船舶による乗降人員と考えられる。かつて新港埠頭は客船や貨物船が発着する横浜港の中心であったが、1964年に外航客船に対応するターミナル、1993年に国際客船ターミナル（2002年に改装）がオープンした大栈橋埠頭が客船発着の中心となっている。

今後を含め将来の新港地区観光客数を推定する上では、新港地区の各施設における観光客数・集客数を把握する事が重要と考えられる。図-3.4.3.1には、横浜都心部における観光・文化資源分布図²⁾を示す。新港地区では、観光・文化資源として、①赤レンガ倉庫 ②よこはまコスモワールド ③ワールドポーターズが挙げられている。

(2) 新港地区の観光客推移

a. 観光・文化資源の観光客

前項で触れた新港地区の観光・文化資源について、時系列的な集客人員数について資料収集を行ったが、現在公開されている数値は街開き前の年間集客見込み数と街開き直後の1999年10月末に発表された集客状況のみである。表-3.4.3.2には新港地区街開き前の年間集客見込み数³⁾を、表-3.4.3.3には1999年3月以降の開業施設と集客⁴⁾を、また表-3.4.3.4には現状の集客力⁴⁾を示す。

表-3.4.3.2 主な施設の年間集客見込み数³⁾

施設名	年間集客見込み数
横浜コスモワールド	約 200 万人
横浜ワールドポーターズ	約 470 万人
横浜国際船員センター	約 5 万人

表-3.4.3.3 1999年3月以降の開業施設と集客⁴⁾

施設名	開業日等	集計期間	集客人数
横浜コスモワールド	3/18	3/18～10/20	2,712 千人
横浜ワールドポーターズ	9/10	9/10～10/20	2,683 千人
ナビオス横浜	10/9	10/9～10/20	5 千人

表-3.4.3.4 現状施設の集客力⁴⁾

	横浜ワールドポーターズ	よこはまコスモワールド	ナビオス横浜	計
平日	約 44,900 人	約 5,000 人	300 人	約 50,200 人
休日	約 101,100 人	約 17,600 人	600 人	約 119,300 人

これらによると、コスモワールドでは約半年で年間主客見込み数を上回り、ワールドポーターズでは約1ヶ月で年間集客見込み数の約57%の集客があり、ナビオス横浜では、約10日間で年間集客見込み数の10%の集客実績がある。

また、赤レンガ倉庫については、「4月12日にオープンしてから1ヶ月間で来館者は100万人を超えました。年間の来館者数は300万人を目標にしていますが、予想をはるかに上回るペースで推移しています」⁵⁾ (<http://www.tansei.net/talk/no6/sc/main.htm> 横浜赤レンガ倉庫(株)代表取締役社長 村澤彰氏談)ということである。

各施設のその後の集客力については発表資料がないが、将来的な集客力推定の上では、当初の年間集客見込み数(4施設合計で975万人)を利用する事も一つの手段として扱えるのではないかと思われる。

【参考】

表-3.4.4.4の各施設において年間を通じて同様の集客力を示すとすると、横浜ワールドポーターズが約2,358万人、よこはまコスモワールドが約237万人、ナビオス横浜では約15万人となる。オープン直後で集客力の高い時期のみのデータであるため、参考資料扱いとした。

また、新港地区へのアクセスルートとその来場者数割合⁴⁾を表-3.4.3.5に示す。この数字は赤レンガ倉庫開業前のものであるため、そのままの適用には無理があるかも知れないが、仮に4施設の年間集客見込み数を同じ割合で適用すると、万国橋は年間78万人程度の通過が見込まれる。

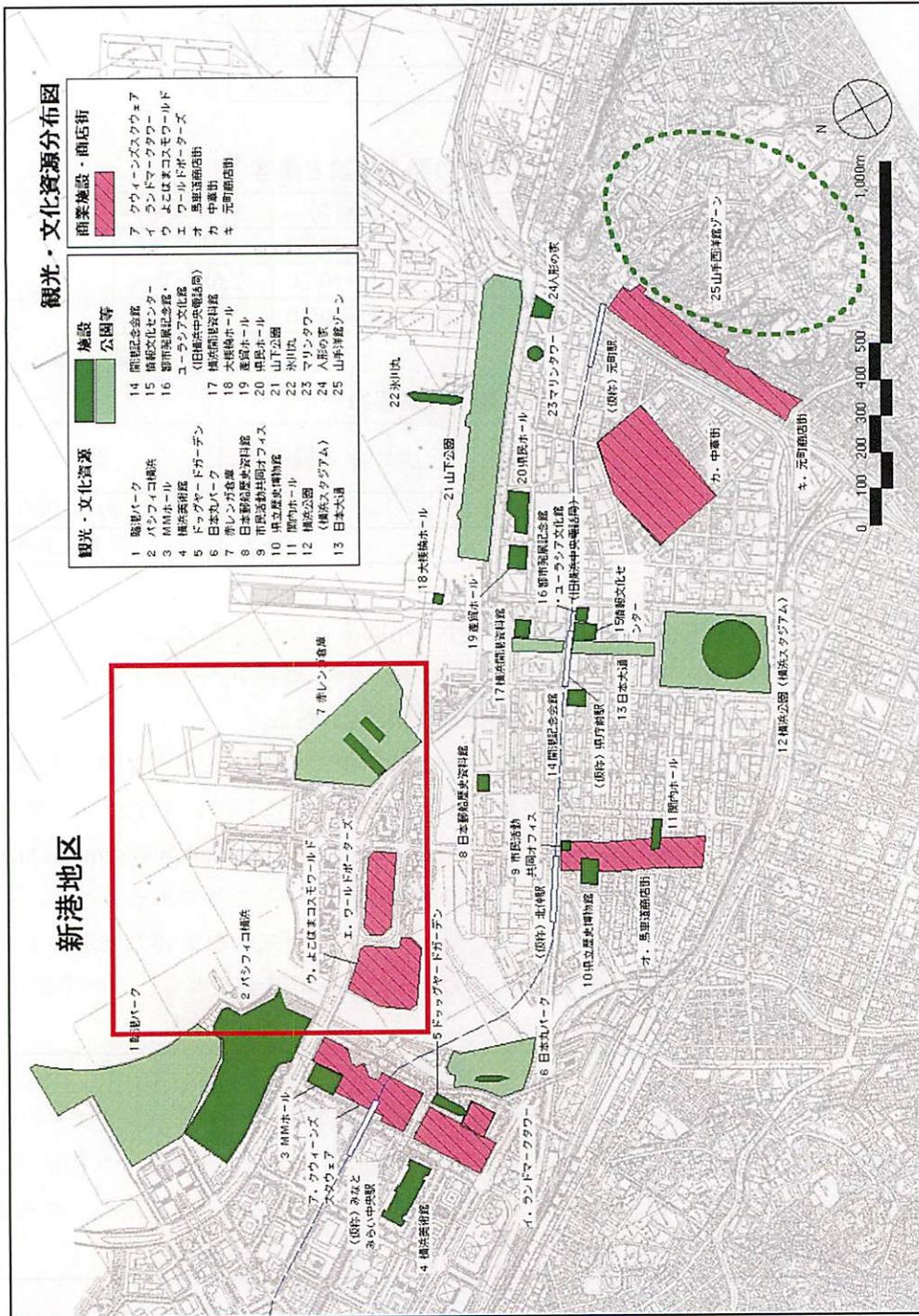


図-3.4.3.1 横浜都心部における観光・文化資源分布図
(文化芸術・観光振興による都心部活性化検討委員会 第1回委員会資料 平成14年11月12日；横浜市HPより抜粋)

表-3.4.3.5 新港地区へのアクセスルートと来場者割合⁴⁾

アクセスルート	割合
自動車道	29%
国際橋	56%
万国橋	8%
新港橋	7%

b. 船舶による乗降人員数

直接的に新港地区の観光客数を示すものではないが、横浜港における船舶乗降旅客人数⁶⁾⁷⁾の推移を図-3.4.3.5に示す。

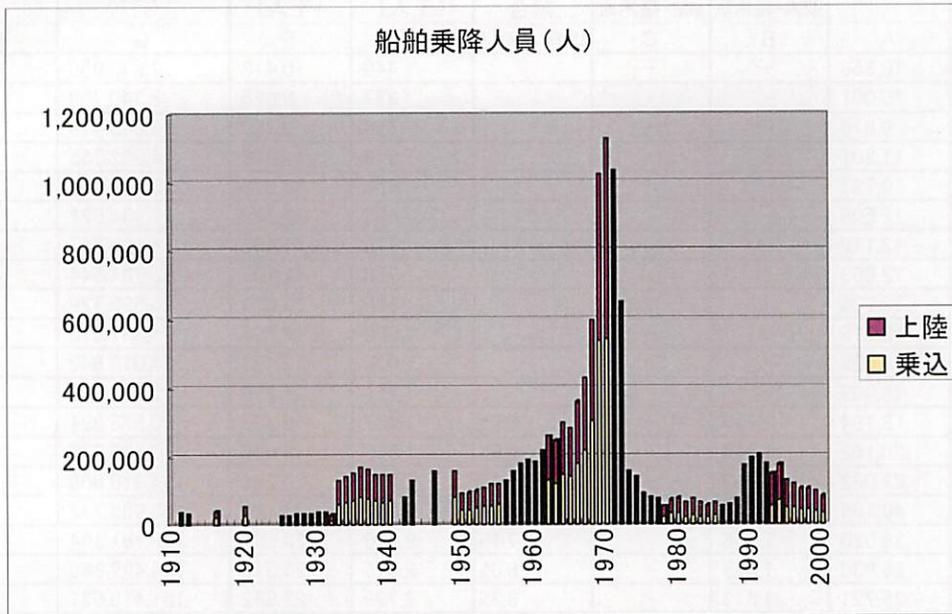


図-3.4.3.5 横浜港における船舶乗降人数⁶⁾⁷⁾の推移

特徴的なのは、1966年（昭和41年）～1972年（昭和47年）にかけて船舶乗降人数が急激に増加していることである。この原因については、昭和39年に大栈橋旅客ターミナルが完成し、入港船舶数が大きく増加したことによるものと考えられる。また、この時期の取り扱い貨物量も増加していることが考えられる。この後、昭和49年には万国橋の拡幅工事が竣工しており、この時期に万国橋の機能的条件に大きな変化が生じたものと推定される。

(3) 横浜市の観光客推移

これも直接的に新港埠頭周辺の観光客数を示すものではないが、参考のため横浜市における観光客数⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾などを表-3.4.3.6に示す。「観光客数」として横浜市統計書に掲載されているのは、1974年以降であり、これ以前のデータは未掲載である。また、図-3.4.3.6には観光客推移図を、図-3.4.3.7にはMM地区近郊の観光客数推移を示す。さらに、図-3.4.3.8には観光客一人あたりの消費金額推移を示す。

図-3.4.3.7 では MM 地区近郊の観光客数が、1999 年以降大きく増加している事が分かる。この統計資料には新港地区の各施設入場者数がカウントされていない可能性もあるが、いずれにしても新港地区街開きの影響による増加と推測される。

また、1992 年までしか統計資料がないために参考資料となるが、観光客一人あたりの消費金額は 1986 年以降急激に上昇し、4000 円を上回る状態が続いている。

表-3.4.3.6 横浜市の観光客数⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾ など

年	観光客数 (千人)				宿泊 (千人)	日帰り (千人)	観光客消費額 (千円)	一人あたり 消費額 (円)
	A	B	C	割合 D=B/A, C/A				
1974	10,858	-	-		440	10,418	7,833,956	721
1975	10,001	-	-		377	9,625	8,340,709	834
1976	9,616	-	-		466	9,150	9,006,479	937
1977	11,901	-	-		523	11,378	4,992,755	420
1978	10,727	-	-		650	10,076	12,599,160	1,175
1979	12,506	-	-		688	11,818	16,934,521	1,354
1980	12,112	-	-		710	11,402	14,126,847	1,166
1981	12,869	-	-		768	12,101	15,704,544	1,220
1982	13,985	-	-		960	13,025	20,599,729	1,473
1983	13,715	-	-		1,009	12,706	21,337,873	1,556
1984	14,529	-	-		1,070	13,459	24,010,843	1,653
1985	16,069	-	-		1,250	14,819	25,843,839	1,608
1986	18,194	1,137	-	6.2%	1,487	16,707	90,578,291	4,978
1987	20,162	1,015	-	5.0%	1,516	18,646	110,395,778	5,475
1988	22,062	912	-	4.1%	1,819	20,243	114,910,608	5,209
1989	40,195	3,344	-	8.3%	2,011	38,184	163,965,772	4,079
1990	26,020	1,856	-	7.1%	2,113	23,907	138,161,394	5,310
1991	25,830	1,555	-	6.0%	2,515	23,315	144,492,840	5,594
1992	25,721	1,613	-	6.3%	2,739	22,982	151,418,531	5,887
1993	28,483	3,593	-	12.6%	2,879	25,604	-	-
1994	30,582	3,813	-	12.5%	3,059	27,523	-	-
1995	29,723	3,212	-	10.8%	3,017	26,706	-	-
1996	29,725	-	3,182	10.7%	3,100	26,625	-	-
1997	29,766	-	5,132	17.2%	3,180	26,586	-	-
1998	28,504	-	3,292	11.5%	3,311	25,193	-	-
1999	34,175	-	6,139	18.0%	3,556	30,619	-	-
2000	33,823	-	5,552	16.4%	3,728	30,095	-	-
2001	33,784	-	5,089	15.1%	3,947	29,836	-	-
2002	34,536	-	5,622	16.3%	4,124	30,412	-	-

(A,B,C,E,F,G ; 「横浜市統計書」より抜粋 D,H ; 統計値より算出)

注：関内・桜木町・MM 地区の観光客数は特定施設（野毛山動物園・横浜美術館など）の入場者数網掛けは新港地区街開き後



図-3.4.3.6 横浜市観光客数の推移

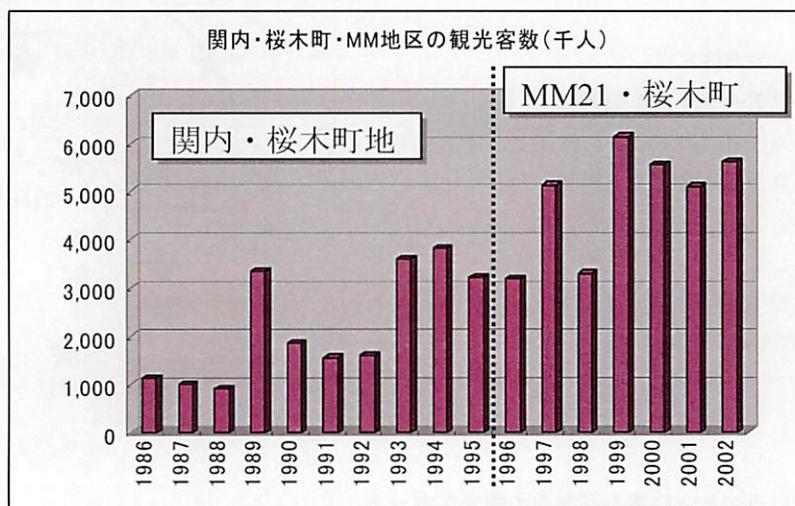


図-3.4.3.7 関内・桜木町・MM地区観光客数の推移

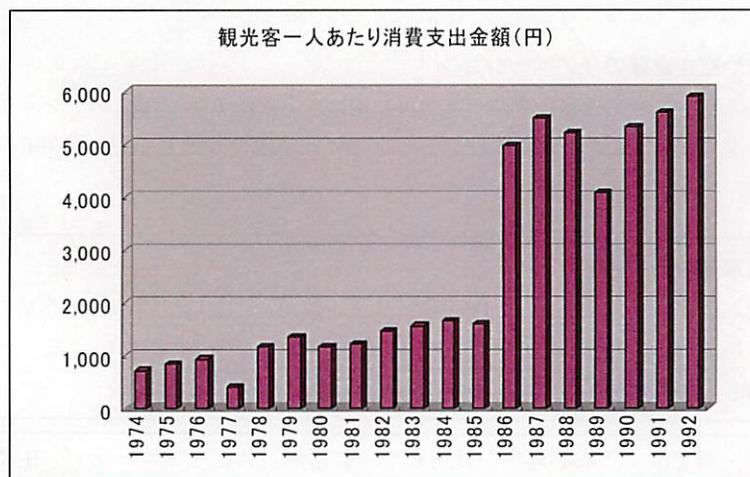


図-3.4.3.8 観光客一人当たりの消費支出額の推移 (1992年まで)

(2) 新港・北仲・馬車道ゾーン

馬車道から新港地区にかけては、幹線道路が集中し、かつ港湾と関連した諸施設をはじめ、横浜の古くからのビジネス、商業の中心として、歴史的建築物が数多く集積したエリアです。近年、新港地区や北仲通地区では大規模な再開発も進行しているなかで、新たな文化芸術機能の導入を図るとともに、これらの拠点を相互に連携することにより、文化芸術活動の多様化を段階的に展開します。

〈事業展開のパターン〉

ネットワーク型展開

- ・新旧の文化芸術施設の集積、近接性を生かします。
- ・遊休化した施設空間を実験的に文化芸術活動の拠点として活用します。
- ・文化芸術活動の幅広い展開の受け皿として、相互にネットワークして、集積規模を拡充します。

〈整備の視点・方向性〉

①北仲通地区はアーティストの舞台

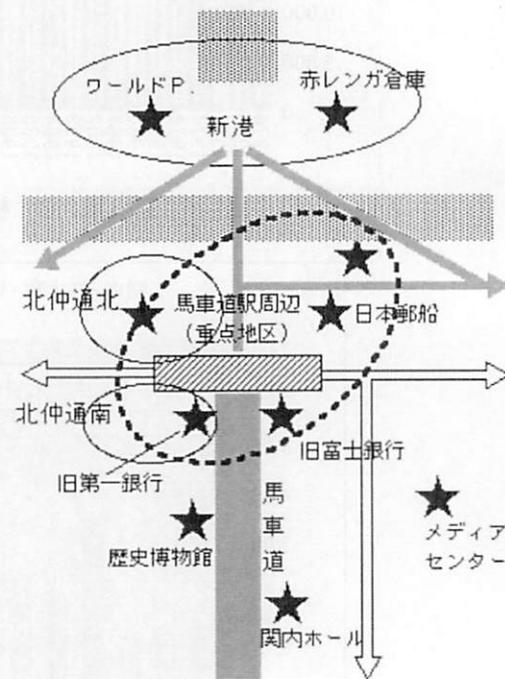
- －歴史的建築物等を出来るだけ活用し、文化・芸術活動の拠点とします。
- －文化・芸術に関連する企業等の誘致や既存企業の参画を促します。
- －貴重な水際空間を持つ地区であり、水際線プロムナード等の整備や、水域を活用したイベント等を行います。

②新港地区はバラエティに富んだ都心の観光スポット

- －赤レンガ倉庫や島としての特性を生かし、文化芸術・観光の拠点として、さらに魅力的なイベントの実施や土地利用を図ります。

③空きオフィスや空き倉庫のリノベーション

- －空きオフィスや空き倉庫を、クリエイターのためにリノベーションし、テナント誘致のコーディネートを進めます。また、便利施設を集約したコア施設の設置や助成、優遇措置の検討もを行います。



【重点地区：馬車道駅周辺地区】

馬車道駅周辺には、スタートアップ事業（3-1参照）として予定している歴史的建築物の文化芸術活用実験事業の受け皿となる旧第一銀行、旧富士銀行、日本郵船倉庫（旧歴史資料館）などが集積しているため、これらを含む地区を重点地区として設定します。

(出典：文化芸術・観光による都心再生を目指して－芸術創造特区・ヨコハマー 中間とりまとめ)

(参考文献)

- 1) 横浜市港湾局臨海事業部：みなとみらい21新港地区 歴史と景観を活かした街づくり, pp15, 平成15年3月
- 2) 横浜市都市経営局政策課：文化芸術・観光振興による都心部活性化検討委員会 第1回委員会資料, 平成14年11月12日
- 3) 横浜市港湾局：みなとみらい21・新港地区の街開きについて, 平成10年10月30日
- 4) 横浜市港湾局：「みなとみらい21新港地区街開き」の集客状況について, 平成11年10月28日
- 5) (株)丹青社：季刊誌 tansei.net 第6号 2002 summer, 平成14年
- 6) 横浜市：第55回 横浜市統計書 昭和50年度, pp7, 昭和52年刊行
- 7) 横浜市：第80回 横浜市統計書 平成12年度, pp3 pp352-353, 平成14年刊行
- 8) 横浜市：第57回 横浜市統計書 昭和52年度, pp320-321, 昭和54年刊行
- 9) 横浜市：第61回 横浜市統計書 昭和56年度, pp328-329, 昭和58年刊行
- 10) 横浜市：第65回 横浜市統計書 昭和60年度, pp328-329, 昭和62年刊行
- 11) 横浜市：第70回 横浜市統計書 平成2年度, pp346-347, 平成4年刊行
- 12) 横浜市：第75回 横浜市統計書 平成7年度, pp348-349, 平成9年刊行
- 13) 横浜市：第81回 横浜市統計書 平成13年度, pp347-348, 平成15年刊行
- 14) 横浜市観光客動態調査報告書；横浜市経済局観光コンベンション課 1996年3月
- 15) MINATOMIRAI21 Information vol.69
- 16) 文化芸術・観光による都心再生を目指して－芸術創造特区・ヨコハマー 中間とりまとめ；文化芸術・観光振興による都心部活性化検討委員会 平成15年3月
- 17) 文化芸術創造都市－クリエイティブシティ・ヨコハマの形成にむけた提言；文化芸術・観光振興による都心部活性化検討委員会 2004年1月14日

3.4.4 まとめ

万国橋そのものは開港以来関内地区との結節点に位置し、新港埠頭への交通の要衝であったと考えられ、現在の新港埠頭への4つのアクセスルートの中でも最も歴史の古い橋である。万国橋は明治37年に完成し、その後昭和15年に現在のRCアーチ橋に架け替えられ、さらに昭和49年には拡幅され、人・物資輸送に大きな役割を果たしたものと考えられる。

しかし、現状の万国橋の機能は状況がこれまでとは異なるようである。表-3.5から分かるように、新港地区へのアクセスルートとしての機能は国際橋が最も大きく、次いで自動車道、万国橋、新港橋の順となる。特に、国際橋・自動車道を合わせると全体の85%を占める。また、2002年に開業した赤レンガ倉庫は新港橋に近く、国際橋の架かる国際大通りへとつながる道沿いに位置する。表-3.5は赤レンガ倉庫開業前の調査結果である事を考え合わせると、新港橋ルートの割合上昇の可能性も考えられる。

また、図3.4.1.4の新港貨物取扱量から見ても1989年までは、海上輸送の貨物輸送路として機能してきた。しかし、1989年以降は取扱貨物量の減少に伴い貨物輸送路としての機能は減少している。

一方、万国橋に関しては現在の所アクセスルートとしての機能向上のための大きな要因は見られないが、2004年2月に開業するみなとみらい線各駅の中では新港地区に近い馬車道駅がオープンする予定であり、オープン後は馬車道駅から万国橋を通過して新港地区へと移動する歩行者数の増加が期待される。

また、横浜市では「文化芸術・観光振興による都心部活性化検討委員会」を設置し、2004年2月に開業するみなとみらい線沿線の横浜都心部を中心とした活性化のあり方などを検討し、平成16年1月14日に委員会提言を発表している。この中間とりまとめ段階では「戦略的な事業展開が必要なゾーン」として「新港・北仲・馬車道ゾーン」が指定されており、新港地区が都心の観光拠点として整備の方向性が示されている（具体的な内容は、次ページに示す）。

これらのことから、今後、観光資源としての万国橋の重要性が高くなる事は間違いないと考えられる。

万国橋は、戦前から1985年程度までは新港の海上輸送のための貨物輸送経路としての機能を果たしてきた。1985年以降は、観光地としての経路として万国橋は、機能してきている。また、みらい線沿線の開通に伴い観光客等の通過地点としての機能が万国橋に求められると想定される。

したがって、万国橋の機能から考える寿命は、形態を換え半永久的であると推測される。

3.5 経済的側面からの検討

3.5.1 検討方針

(1) 道路橋の資産価値

① 「物としての価値」

価値の計測については、従来からの価値の計測方法として挙げられる建設費用や補強費用などにおける工事費用の比較が挙げられる。さらに近年では、構造物の劣化等を考慮した最新の研究が各機関で行われている。

② 「橋が存在することにより生みだされる価値」

価値の計測については、「道路ネットワークの一部である橋梁」として流通の効率化・安全性など経済的な側面、および「橋梁単独」で利用者または沿道の住民に与える安心感・満足感などの社会的な側面を有し、計測単位で大別することができると考えられる。

道路ネットワークに関する価値の計測方法は、道路投資の評価に関する指針（案）¹⁾により検討されているが、橋梁単独での検討事例は少ない。本検討においては、橋が存在することにより生み出される価値の内、橋梁単独で計測できる資産価値の評価項目を中心に検討するものとする（下表）。

表-3.5.1.1 道路橋の資産価値

価値の種類	価値項目	評価項目	計測の単位	計測の例
物としての価値	物理的価値	建設費用 補修費用	橋梁単独	・工種ごとの工事費用の比較 ・補修に関するLCC検討（BMS）
橋が存在することにより生み出される価値	経済的価値	経済発展 への寄与	道路ネットワーク の一部である橋梁	・ネットワークの完成によって 生ずる便益を計測
	社会的価値	安心感 満足感	橋梁単独	・明石海峡大橋での存在価値計 測の事例等

(2) 橋梁の資産価値と事業評価

橋梁単独の資産価値は、橋梁が損傷・劣化した場合は資産としての価値が低下し、規格を向上させる改良を実施した場合、資産としての価値は向上すると考えられる。

しかし、橋梁諸元、使用条件、周辺環境等の異なる橋梁について、損傷・劣化（物理的価値の老朽化）による資産価値の低下を相対的に評価することは難しく、個々の橋梁において維持管理費の最小化を目標とするマネジメントが有効である。

一方、機能の改良（機能的な老朽化に対する改良）については、改良が行われる場合と行われない場合のそれぞれについて、一定期間の便益額（改良を実施することにより回避できる損失額）、費用額を算出し、改良に伴う費用の増分と、便益の増分を比較することにより分析、評価を行う事が可能である。

本節では機能的な老朽化に対する改良を対象として、老朽化に伴う改良工事の採択時に費用便益分析を行い、事業期間中に発生する費用と便益を貨幣価値として算定し、それらと比較したうえで事業の採否を決定する手法について検討する。

(3) 費用便益分析による事業評価

①費用便益分析の概要

事業の効率的かつ効果的な遂行のため、新規事業の評価及び過去の事業の再評価にあたり、社会・経済的な側面から事業の妥当性を評価し、併せて評価を通じて効果的な事業執行を促す事を目的とする。

②費用便益分析の基本的な考え方

費用便益分析は、ある年次を基準年とし、事業が実施される場合と実施されない場合それぞれの便益額、費用額を算定し、便益の増分と費用の増分を比較することにより分析・評価を行うものであり、道路橋の機能改良に伴う効果としては、渋滞の緩和や交通事故の減少の他、走行快適性の向上、沿道環境の改善、災害時の代替路確保、交通機会の拡大等の多岐多様に渡る効果が存在する。

③本節での検討対象および前提条件

- ・横浜市の万国橋を対象に検討を行う。
- ・モデルについては「橋が存在することにより生み出される価値」の観点から、「道路投資の評価に関する指針（案）」¹⁾をベースにして検討する。
- ・評価ケースとしては、建設時、拡幅時、将来の3時点、このうち将来については、橋が産業道路橋として用いられる場合、観光橋に特化される場合の2ケースについて検討する（合計4ケース）。
- ・万国橋架替え時および拡幅時における評価は、それらの工事が現在なされたという仮定で行う。
- ・文献^{2) 3)}によると、現在価値を算出するための社会的割引率として当面4%を適用すると記述されているが、4%という数字は過去の国債の実質利回りを基に算出されたものであり、必要に応じて見直しを行うとある。本検討の目的は評価手法の提案であるため基本的に社会的割引率を考慮せずに試算を行う。
- ・評価年数について、上記文献では40年とされているが、40年後を予測することは困難であり、また広域道路網の整備計画等とは異なり、万国橋とその周辺地域に限定した検討であるため、基本的に評価年数を10年とした。
- ・道路橋の資産価値を測定する際の評価項目として、橋梁固有の機能（構造）が価値に影響を与える要素を整理し、その影響から計測できる評価項目を列挙した（次頁の表参照）。

(参考文献)

- 1) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編：道路投資の評価に関する指針（案）
- 2) 国土交通省 道路局 都市・地域整備局：費用便益分析マニュアル H15.8
- 3) 国土交通省：公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針 H16.2

表-3.5.1.2 万国橋における資産価値の評価項目

資産価値の算出項目(案)	資産価値の算出対象と必要なデータ項目				将来2 (観光額に特化)
	建設時	拡張時	将来1 (現行客車の道路橋へ橋脚改良)		
走行時間短縮	+◎ ・建設時の交通量(車種別と歩行者) ・迂回路の有無と迂回時間(建設時) ・道路台帳など	+◎ ・拡張時の交通量(車種別と歩行者) ・迂回路の有無と迂回時間(拡張時) ・道路台帳など	+◎ ・現在の交通量(車種別と歩行者) ・迂回路の有無と迂回時間(現在)	+◎ ・現在の交通量(車種別と歩行者) ・迂回路の有無と迂回時間(現在) ・道路台帳など	-
走行費用減少	+◎ 同上	+◎ 同上	+◎ 同上	+◎ 同上	-
交通事故減少	-	+◎ 同上	+◎ 同上	+◎ 同上	-
走行快適性の向上	-	+◎ 同上	+◎ 同上	+◎ 同上	-
歩行の安全・快適性の向上	-	+◎ 同上	+◎ 同上	+◎ 同上	-
大気汚染	-○ ・建設時の交通量(車種別と歩行者) ・建設時の周辺環境	-○ ・拡張時の交通量(車種別と歩行者) ・拡張時の周辺環境	-○ ・現在の交通量(車種別と歩行者) ・現在の周辺環境	-○ ・現在の交通量(車種別と歩行者) ・現在の周辺環境	-
騒音	-○ 同上	-○ 同上	-○ 同上	-○ 同上	-
景観	-	-	-	-	±△ ・現在の観光収入(周辺) ・現在の観光客数(周辺) ・1日の通行人数(観光客)
災害時の代替経路確保	+● ・建設時の交通量(車種別と歩行者) ・迂回路の有無と迂回時間(建設時) ・道路台帳など	+● ・拡張時の交通量(車種別と歩行者) ・迂回路の有無と迂回時間(建設時) ・道路台帳など	+● ・建設時の交通量(車種別と歩行者) ・迂回路の有無と迂回時間(建設時) ・道路台帳など	+● ・建設時の交通量(車種別と歩行者) ・迂回路の有無と迂回時間(建設時) ・道路台帳など	-
埠頭への経済効果	+● ・建設時の交通量(車種別と歩行者) ・迂回路の有無と迂回時間(建設時) ・貨物の発着 ・鉄道輸送量の推移	+● ・拡張時の交通量(車種別と歩行者) ・迂回路の有無と迂回時間(建設時) ・埠頭の発着 ・貨物の発着	+● ・建設時の交通量(車種別と歩行者) ・迂回路の有無と迂回時間(建設時) ・埠頭の発着 ・貨物の発着	+● ・建設時の交通量(車種別と歩行者) ・迂回路の有無と迂回時間(建設時) ・埠頭の発着 ・貨物の発着	-
周辺地域への経済効果	±△ ・周辺地区の住民の交通 ・商業収入 ・周辺交通機関	±△ ・周辺地区の住民の交通 ・商業収入 ・周辺交通機関	±△ ・周辺地区の住民の交通 ・商業収入 ・周辺交通機関	±△ ・周辺地区の住民の交通 ・商業収入 ・周辺交通機関	±△ ・現在の観光収入(周辺) ・現在の観光客数(周辺) ・1日の通行人数(観光客)
観光収入	-	-	-	-	+● ・現在の観光収入(周辺) ・現在の観光客数(周辺) ・1日の通行人数(観光客)
建設費	+◎ ・建設費	-	-	-	-
維持管理費 (補修費含む)	-	+◎ ・維持管理費	+◎ ・維持管理費	+◎ ・維持管理費	+● ・維持管理費の交通 (現状の把握・将来予測)
改良費 (補修費含む)	-	+◎ ・改良費	+◎ ・改良費	+◎ ・改良費	+● ・観光額へ特化する場合は改良費

+ 正の効果
 - 負の効果
 ± 効果不明
 ◎ 全体的に計画可能
 ○ 部分的に計画可能
 △ 計画困難
 ● 全体的に計画しない項目
 ? 不明
 - 対象外

「道路投資の計画に関する指針」等
 「道路投資の計画に関する指針」等

3.5.2 建設時における試算

(1) 建設時の社会状況

明治 37 年に架設された在来の万国橋は、径間 36.6m、幅員 13m（有効幅員は 7.3m であり、歩道が両側に各 1.8m）のバウストリングポニートラス橋であった。架設後 30 数年で腐食が進行し、関東大震災に際し、橋台の破損、上構の移動その他損傷を受け応急修理して使用していた。

昭和 10 年の内務省横浜土木出張所による調査結果により腐食、摩損、振動、その他予想以上の危険状態に達していることが確かめられ、交通規制を行っていた。

昭和 11 年からのゲルバー式鋼板桁橋への改築計画で、昭和 12 年仮橋（歩道のみ）の架設、既設橋の撤去を行ったが、当時の内外情報及び、鋼材の入手が困難で、昭和 13 年に予算の一旦返上とした。

昭和 14 年に改築予算が認められ、昭和 14 年 4 月に起工をして、昭和 15 年 9 月に鉄筋コンクリートアーチ橋として竣工した。¹⁾

(2) 建設時の工事概要

昭和 15 年竣工当時の万国橋の緒言を以下に示す。¹⁾

位置	北詰	横浜税関埋立地	
	南詰	横浜市中区海岸通 4 丁目	
橋種	無鉸充側式鉄筋コンクリート拱橋 (充側式固定鉄筋コンクリートアーチ橋)		
橋格	1 等橋		
橋長	両詰見切石外側間距離		33.50m
径間	30.0m	有効径間	29.36m
拱矢	3.20m	有効	3.466m
幅員	全幅員(地覆石外側間距離) 21.26m		
	有効幅員 20.0m	内車道	14.00m
		歩道各	3.00m
桁下空間高	頂部にて朔望満潮位上 3.510m		
	通航幅 15m をとる場合 2.797m		
路面勾配	縦断	1/50 放物線	
	車道	1/10 放物線	
	歩道	1/50 直線	
橋面舗装	車道	厚 5cm トペカ式アスファルトコンクリート	
	歩道	セメントコンクリート	
照明	橋上灯	4 本	橋側灯 2 組
工費	269,756.46 円		
	外に仮橋費	7,800.00 円	
	添架物費	10,080.00 円(概算)	
工期	起工	昭和 14 年 4 月 14 日	
	竣功	昭和 15 年 9 月 30 日	

(3) 建設費の試算

対象橋梁の万国橋は、昭和15年9月に竣工している。その当時の建設費は、269,756.46円であったと記録されている。¹⁾これを現在価値に換算した費用で算出してみた。

現在価値の換算には、国土交通省の建設工事費デフレーター、および投資財個別価格指数²⁾を用いた。

その結果を表-3.5.2.1に示す。

表-3.5.2.1 万国橋の現在価値について

	S15=100とした際の指数	評価年	工費①	仮橋費②	添架物費③	合計(①+②+③)
竣工時	100.00	1940	269,756.46	7800.00	10080.00	287,636.46
2003年度	110113.64	2003	297,038,657	8,588,864	11,099,455	316,726,976

これより、現在価値に換算した結果は、297百万円程度と推定される。

算出にあたって留意すべき点として、異なる時点の経済活動を比較する時、物価の変動による名目値の変動を取り除いて、実質的な数値を算出する必要がある。また、実質値は名目値を価格変化である物価指数で除することによって求められ、この際に使う物価指数をデフレーターと呼ぶ。

今回の試算においては、土木構造物であることから国交省公表の「建設工事費デフレーター」を基本に、統計数値がない過去については、「長期経済統計 8 物価」²⁾中の「投資財個別価格指数建設工事費指数」を使用して算出した。

表-3.5.2.2に試算に用いた指数表を示す。

表-3.5.2.2 試算に用いた指数表

年度	①と②の連結指数 1995=100		①と②の連結指数 1940=100		建設工事 費デフ レーター 土木 I (除災害)	投資財個 別価格指 数② 建設工事 費指数
	昭和14年度	1939	0.08	87.50		
15	1940	0.09	100.00			178.3
16	1941	0.10	109.09			195.4
17	1942	0.10	113.64			203.3
18	1943	0.12	131.82			234.1
19	1944	0.16	179.55			321.0
20	1945	0.53	604.55			1078.0
21	1946	1.08	1222.73			2180.0
22	1947	2.74	3117.05			5560.0
23	1948	5.75	6537.50			11660.0
24	1949	8.72	9907.95			17670.0
25	1950	10.03	11394.32			20320.0
昭和26年度	1951	12.40	14090.91	12.4		25130.0
27	1952	13.70	15568.18	13.7		
28	1953	14.80	16818.18	14.8		
29	1954	14.90	16931.82	14.9		
30	1955	14.60	16590.91	14.6		
31	1956	16.00	18181.82	16.0		
32	1957	17.00	19318.18	17.0		
33	1958	16.60	18863.64	16.6		
34	1959	17.20	19545.45	17.2		
35	1960	18.20	20681.82	18.2		
36	1961	20.20	22954.55	20.2		
37	1962	21.10	23977.27	21.1		
38	1963	21.70	24659.09	21.7		
39	1964	22.50	25568.18	22.5		
40	1965	23.10	26250.00	23.1		
41	1966	24.90	28295.45	24.9		
42	1967	26.80	30454.55	26.8		
43	1968	27.60	31363.64	27.6		
44	1969	29.30	33295.45	29.3		
45	1970	31.10	35340.91	31.1		
46	1971	32.00	36363.64	32.0		
47	1972	34.00	38636.36	34.0		
48	1973	42.90	48750.00	42.9		
49	1974	53.90	61250.00	53.9		
50	1975	54.70	62159.09	54.7		
51	1976	58.60	66590.91	58.6		
52	1977	62.10	70568.18	62.1		
53	1978	66.60	75681.82	66.6		
年度		①と②の連結指数 1995=100	①と②の連結指数 1940=100	建設工事 費デフ レーター 土木 I (除災害)	投資財個 別価格指 数② 建設工事 費指数	
40	1965	23.10	26250.00			23.1
41	1966	24.90	28295.45			24.9
42	1967	26.80	30454.55			26.8
43	1968	27.60	31363.64			27.6
44	1969	29.30	33295.45			29.3
45	1970	31.10	35340.91			31.1
46	1971	32.00	36363.64			32.0
47	1972	34.00	38636.36			34.0
48	1973	42.90	48750.00			42.9
49	1974	53.90	61250.00			53.9
50	1975	54.70	62159.09			54.7
51	1976	58.60	66590.91			58.6
52	1977	62.10	70568.18			62.1
53	1978	66.60	75681.82			66.6
平成元年度	1989	91.40	103863.64			91.4
2	1990	94.80	107727.27			94.8
3	1991	97.40	110681.82			97.4
4	1992	98.90	112386.36			98.9
5	1993	99.10	112613.64			99.1
6	1994	99.50	113068.18			99.5
7	1995	100.00	113636.36			100.0
8	1996	100.00	113636.36			100.0
9	1997	100.90	114659.09			100.9
10	1998	99.10	112613.64			99.1
11	1999	98.20	111590.91			98.2
12	2000	98.50	111931.82			98.5
13(暫定)	2001	97.50	110795.45			97.5
14(暫定)	2002	96.90	110113.64			96.9
15(暫定)	2003	96.90	110113.64			96.9
基準年		1995 年度基準 =100	1940年 度基準 =100	1995 年度基準 =100	1934~ 1936年 =100	
出典				国土交通 省	大川一司 「長期経 済統計 8 物価」	

注:便宜上、暦年を年度表示とみなし計算した

ここで、平成15年度(2003年度)の建設工事デフレーターが無いのため、平成14年度(暫定)と同値を用いている。

(4) 建設時の試算条件

建設時の試算は、万国橋がゲルバー式鋼板桁橋から鉄筋コンクリートアーチ橋へ建設された時の費用便益分析を行った。

前述した建設費の試算より、万国橋の建設費(現在価値)は297百万円であり、この対価として何台の通行量があれば採算がとれるかといった視点で検討を行った。

建設時の交通環境としては社会状況が大きく影響しており、税関構内と市街地との陸上運輸は新港橋のみで、地元官民の要望により建設費予算が認められた経緯がある。

これより考慮すべき経済効果を、コンクリートアーチ橋となり幅員が拡幅したことによる走行時間の短縮効果によるものとした。

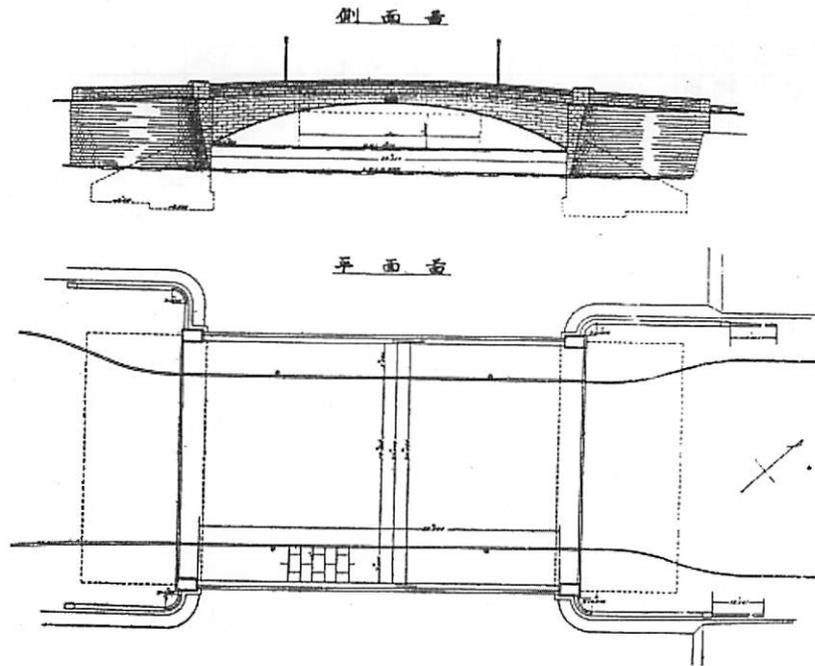


図-3.5.2.1 万国橋（コンクリートアーチ橋）

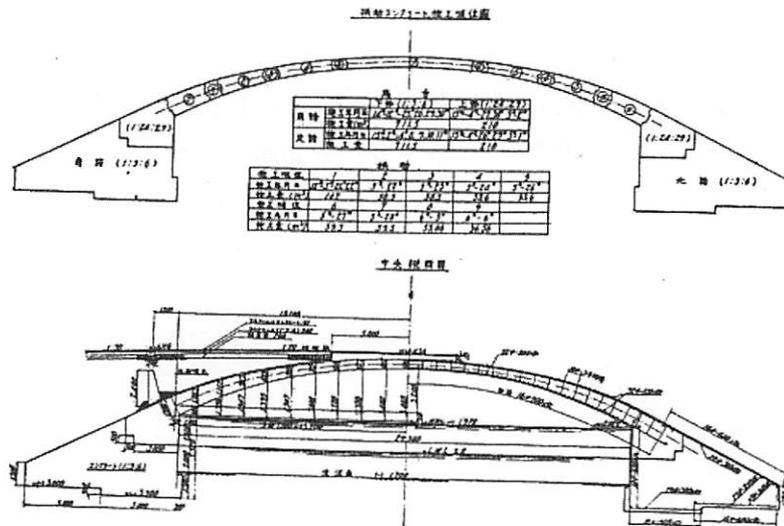


図-3.5.2.2 万国橋コンクリート施工図

ここで、時間価値原単位と1日の交通量の比率を表-3.5.2.3と設定した。計算に用いた数値はすべて現在価値を基準としている。

表-3.5.2.3 時間価値原単位、交通量の比率

	時間価値原単位(円/台・分)		交通量(台/日)	
	平日	休日	平日	休日
乗用バス	56	84	72%	72%
小型貨物車	90	90	12%	12%
普通貨物車	101	101	16%	16%

時間価値原単位は、「道路投資の評価に関する指針（案）第1編，第2編」³⁾の値を用いた。

交通量の比率は、万国橋周辺のセンサスデータ（H11年度）の車種別の平日・休日交通量の比率より算出した。

車種別では、バスは建設当時、万国橋を利用していないとし計算には考慮していない。

今回の建設時の試算においては、直接便益を計算する際の大気汚染・騒音・地球温暖化の影響は少ないものと考え考慮していない。

1. 試算ケース

ゲルバー式鋼板桁橋から鉄筋コンクリートアーチ橋への建設工事を実施した際に得られる走行時間短縮便益について金銭的計測により算定した。算定条件を以下に示す。

○Case1：建設工事が行われた場合（全面通行止め期間中の損失）

- ・ 工事期間中（約2ヶ月）全面通行止め
- ・ 工事期間中、全面通行止めによる迂回路（新港橋経由）の時間10分

○Case2：建設工事が行われなかった場合（車両制限による損失）

- ・ 全車両通行制限（約120ヶ月）全面通行止め
- ・ 車両通行制限による迂回路（新港橋経由）の時間10分

Case1、2 共に今後10年の共用期間を考慮し試算した。

(5) 建設工事に対する費用便益計算

★検討例(建設時)

「道路投資の評価に関する指針(案)第1編,第2編」³⁾を参考資料とした。

CASE1:建設工事が行われた場合

CASE2:建設工事を行わない場合

<評価期間>

10年

<平日&休日数>

平日 243日/年 休日 122日/年

<損失時間(分/台)&工事費>

比較CASE	損失時間 (分/台)	期間 (ヶ月)	工事費 (千円)
CASE1 ・工事を実施することによる損失時間(分) (全面通行止め期間中の損失)	10分 ※全車種共通 ※迂回時間	3ヶ月 ※工事期間	297,000
CASE2 ・工事を行わなかったことによる損失時間(分) (車両制限による損失)	10分 ※全車両対象 ※迂回時間 ※全車両対象(大型車除く)	120ヶ月 ※評価期間	0

<対象日数>

	対象日数			
	ヶ月	日数		
		合計	平日	休日
CASE1	3	91	61	30
CASE2	120	3,650	2,430	1,220

①走行時間

<計算式>

$$BTn = Qm \times Tm \times \alpha nm$$

$$BTs = Qm \times Tm \times \alpha sm$$

BTn: 平日の走行時間に関する損失額

BTs: 休日の走行時間に関する損失額

Qm: 車種mの交通量(台/日)

Tm: 車種mの損失時間(分)

αnm : 平日の車種mの時間価値原単位(円/台・分)

αsm : 平日の車種mの時間価値原単位(円/台・分)

<時間価値原単位&交通量>

	時間価値原単位(円/台・分)		交通量(台/日)	
	平日	休日	平日	休日
乗用バス	56	84	90	60
			0	0
小型貨物車	90	90	15	15
普通貨物車	101	101	20	20

※休日係数	
乗用車	1.5
貨物車	1.0

平日総交通量
125台

<損失額 = Σ [(損失時間) × (時間価値原単位) × (交通量) × (対象日数)] >

	CASE1		CASE2	
	損失額(千円)		損失額(千円)	
	平日	休日	平日	休日
乗用バス	3,080	1,515	122,678	61,591
	0	0	0	0
乗用車類	0	0	0	0
小型貨物車	812	399	32,334	16,234
普通貨物車	1,236	608	49,244	24,723
合計		7,649		306,803

②走行費用(迂回による損失額)

<計算式>

$$BR_n = Q_m \times L \times \beta_m$$

$$BR_s = Q_m \times L \times \beta_m$$

BR_n: 平日の走行時間に関する損失額

BR_s: 休日の走行時間に関する損失額

Q_m: 車種mの交通量(台/日)

L: 迂回距離(km)

β_m: 車種mの時間価値原単位(円/台・分)

<迂回距離>

CASE1: 建設工事による迂回距離 全車 0.50 km

CASE2: 建設工事を行わない場合の迂回距離 普通車 0.00 km

<走行費用原単価>

		走行費用原単位(円/台・km) ~一般道路(市街地)~					
		速度10km/h	速度20km/h	速度30km/h	速度40km/h	速度50km/h	速度60km/h
乗用	乗用	27	20	17	16	16	17
	バス	81	71	67	66	66	66
乗用車類		28	21	18	18	18	18
小型貨物車		42	35	32	31	32	33
普通貨物車		55	43	39	38	38	39

<損失額=Σ[(迂回距離)×(走行費用原単位)×(交通量)×(対象日数)]>

	CASE1		CASE2	
	損失額(千円)		損失額(千円)	
	平日	休日	平日	休日
乗用	47	15	0	0
バス	0	0	0	0
乗用車類	0	0	0	0
小型貨物車	14	7	0	0
普通貨物車	24	12	0	0
合計		119		0

③事業評価

<比較ケース>

比較CASE	
CASE1	・工事を実施することによる損失額(千円) (全面通行止め期間中の損失)
CASE2	・工事を行わなかったことによる損失額(千円) (大型車の通行不可による損失)

凡例

- ◎: 金銭的計測可能
- : 計測可能ただし精度は問題
- △: 計測困難
- : 金銭的計測したい項目
- ?: 不明

<便益計算>

			損失額(千円/10年)	
			CASE1	CASE2
直接	走行時間	◎	7,649	306,803
	走行費用	◎	119	0
	交通事故減少	◎		
	走行快適性の向上	●		
	歩行の安全・快適性の向上	●		
	大気汚染	○	考慮しない	考慮しない
	騒音	○	考慮しない	考慮しない
	地球温暖化	○	考慮しない	考慮しない
	景観	●		
間接	災害時の代替路確保	●		
	埠頭への経済効果	●		
	周辺地域への経済効果	△		
事業	観光収入	●		
	建設費	●	297,000	
	維持管理費(補修費含む)**	●	5,000	5,000
	改良費(補強費含む)	●		0
合計			(1) 309,768	(2) 311,803

※維持管理費: 500 千円/年 と仮定した。

(1)と(2)の差分をCASE1(大型化対策工事)を実施することにより得られる便益と考えると、

建設工事を実施することによる便益I: 2,035 (千円/10年)

(6) まとめ

- ・費用便益分析によると評価期間 10 年では、平日の総交通量が 125 台／日以上あれば、建設工事を実施しても工事費の採算がとれる結果となった。
- ・建設当時 125 台／日以上交通量は、万国橋を利用していたものと思われ、建設工事の妥当性があったと推察される。

参考資料：

- 1) 櫻井辰造、土木技術第 2 巻第 5 号 昭和 16 年 5 月
- 2) 大川一司、長期経済統計 8 物価
- 3) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編、「道路投資の評価に関する指針（案）第 1 編，第 2 編」

3.5.3 拡幅時の試算

(1) 拡幅時の交通状況

万国橋の拡幅工事は、昭和49年3月に竣工しているが、その前年には同じく新港ふ頭に出入りする新港橋も拡幅工事を行っている。拡幅工事が実施された背景は把握できていないが、陸上交通が鉄道からトラックへとシフトしていき交通量の増加が予想され、またトラックも大型化していくことに対する対策であると考えられる。

(2) 試算条件

① 拡幅工事の内容

拡幅工事による万国橋の諸元は、3.1.1 に述べたとおりである。これによると拡幅工事の内容は下記の通りであったと推定される。

- ・ 拡幅幅：4m
- ・ 車道上下各 1m 拡幅、(各 7m→8m、歩道は上下とも 3m で変化なし)
- ・ 中央分離帯 (幅 2m) の設置
- ・ 拡幅工事は、既設橋梁の北側に付加する形で実施

ここでは、拡幅工事を施工する上での条件を以下のように設定した。

[拡幅工事費]

主要な工種の数量と単価を下記のように推定し、概算工事費を 39,000 千円とする。なお推定は、現在の物価を基に行っている。

表-3.5.3.1 昭和49年竣工の拡幅工事の推定工事費

	項目	数量	単位	単価	工費(千円)
直接工事費	コンクリート	460.5	m ³	15,000	6,908
	型枠	771.0	m ²	5,000	3,855
	鉄筋	46	tf	120,000	5,520
	支保工	165	空m ³	10,000	1,650
	中詰め土	841.5	m ³	3,000	2,525
	小計				20,457
諸経費	直接工事費の40%				8,183
仮設工事費	直接工事費の50%				10,229
概算工事費					38,868

※推定概算工事費 38,868 千円 → 39,000 千円

[工期]

中央分離帯の設置、歩道の移設などの工事により片側交互通行の規制を3ヶ月間に渡り実施したとする。

[その他の推定事項]

- ・ 工事期間中の片側交互通行による待ち時間を60秒とする。
- ・ 拡幅により2車線から4車線に広がったとする。

②費用便益分析の設定条件

拡幅工事による費用便益分析を行うに際して、以下のケースで比較を行うことにより、便益を算出した。分析は現在において、昭和49年に実施された拡幅工事がなされた場合という仮定で行っている（ただし、交通量など立地環境は昭和49年の状況で検討）。したがって用いている車両の時間価値原単位などの貨幣価値は、現在（平成15年）の推定値である。

○拡幅が行われた場合（CASE1）

- ・車両の橋梁を含むリンク間での通過時間が短くなる。
- ・中央分離帯の設置、車線数増による交通事故の減少効果を加味する。

○拡幅が行われなかった場合（CASE2）

- ・車線数が2車線のままであるので、通過速度がCASE1に比べて遅くなり、1台当たりのリンク間（約300m）の通過時間が6秒ほど長くなるとする。
- ・中央分離帯のない対面2車線であるので、CASE1に比べて交通事故の発生率が高くなるとする。

②交通量の推定

万国橋の拡幅工事は、昭和49年3月に竣工している。竣工時の万国橋における詳細な交通量調査はなされていないが、昭和40年代には新港ふ頭の交通量について次の調査が実施されている。

表-3.5.3.2 新港ふ頭での交通量調査結果一覧表¹⁾

調査年月日	昭和41年7月6日		昭和45年9月		昭和46年5月26日	
時 間	7:00~19:00				7:00~19:00	
調査主体	横浜市調査		調査主体不明		横浜市港湾局調査	
交通量	大型貨物	2,544	貨物	4,356	貨物車	4,400
	普通貨物	3,349	乗用車・輸出	5,982	乗用車	6,000
	乗用車	1,764				
	輸出	738				
	その他	1,949	その他	197	その他	200
	計	10,344	計	10,535	計	10,600

上記の調査のうち、直近の昭和46年5月に実施された交通量を基に昭和49年以降10年間の車種ごとの平均12時間交通量を推定した。推定は以下のように行った。

1) 新港ふ頭での交通量から万国橋の交通量の推定

上記の交通量は、万国橋と新港橋の合計の交通量と考えられるので、万国橋ではこの半分の交通量とした。

<万国橋での推定 12 時間交通量>

車種	新港ふ頭	万国橋 推定交通量
貨物車	4,400	2,200
乗用車	6,000	3,000
その他	200	100
計	10,600	5,300

単位：台

2) 昭和 49 年から 10 年間の平均 12 時間交通量の推定

昭和 49 年から 10 年間の平均 12 時間交通量の推定は、新港ふ頭での陸上交通貨物量の変化に比例するとし、本報告書の 3.4.1 に示されている昭和 45 年と昭和 55 年の新港陸上交通貨物量の比率から求めた。昭和 55 年のデータを使用した理由は、評価を行う期間（昭和 49 年～昭和 59 年）のほぼ中間の時期であることと、昭和 50 年は著しく貨物量が落ち込んでおり、推定の基礎データとしては不相当と判断したことによる。

<交通量の変化率の推定>

昭和 45 年の新港陸上交通貨物量 (A)	1,402,508 t
昭和 55 年の新港陸上交通貨物量 (B)	1,149,801 t
変化率 (B/A)	0.819818

<昭和 55 年の 12 時間交通量の推定> 変化率 0.8198

車種	昭和 46 年	昭和 55 年 推定値
貨物車	2,200	1,804
乗用車	3,000	2,459
その他	100	82
計	5,300	4,345

単位：台

3) 車種の振り分け

昭和 46 年の調査では、貨物車、乗用車、その他という区分であったが、費用便益分析を行う際には、乗用車、バス、小型貨物車、普通貨物車という区分にすることが適当である。ここでは車種別の交通量データがある、中区本町 5 丁目の交通センサスデータでの割合で推定した。またその他は二輪車と考えられ費用便益分析の対象から除外した。

<昭和 55 年交通センサスデータでの車種別割合>

分 類		昭和 55 年交通センサスデータ		車種別割合
乗用車	軽乗用車	678	19,915	0.915
	乗用車	19,237		
バ ス		1,854	1,854	0.085
乗用車類			21,769	1.000
小型貨物車	軽貨物車	539	2,398	0.296
	小型貨物車	1,859		
普通貨物車		5,711	5,711	0.704
貨物車			8,109	1.000

単位：台

<推定車種別 12 時間交通量>

車種	交通量（台）
乗用車	2,250
バス	209
小型貨物車	534
普通貨物車	1,270
計	4,263

なおこの時期の新港ふ頭は、税関および横浜市が管理しているので、夜間の利用はあまりないと考えられるので、ここでは 12 時間交通量をもって 24 時間交通量とした。

(3) 道路拡幅による利用者便益計測

○拡幅による利用者便益計測

★検討例Ⅱ

「道路投資の評価に関する指針(案)第1編,第2編H10.6」を参考資料とした。

CASE1:道路拡幅が行われた場合

CASE2:道路拡幅を行わない場合

<評価期間>

10年

<平日&休日数>

平日 243日 休日 122日

<損失時間(分/台)&工事費>

比較CASE	損失時間 (分/台)	期間 (ヶ月)	工事費 (千円)
CASE1 ・拡幅を実施することによる損失時間(分) (片側通行止め期間中の損失)	1分 ※全車種共通 ※工事番号待ち	3ヶ月 ※工事期間	39,000
CASE2 ・拡幅を行わなかったことによる損失時間(分) (通過速度低下による損失)	0.1分 ※全車種共通	120ヶ月 ※評価期間	0

<対象日数>

	対象日数			
	ヶ月	日数		
		合計	平日	休日
CASE1	3	91	61	30
CASE2	120	3,650	2,430	1,220

①走行時間

<計算式>

$$BT_n = Q_m \times T_m \times \alpha_{nm}$$

$$BT_s = Q_m \times T_m \times \alpha_{sm}$$

BT_n:平日の走行時間に関する損失額

BT_s:休日の走行時間に関する損失額

Q_m:車種mの交通量(台/日)

T_m:車種mの損失時間(分)

α_{nm}:平日の車種mの時間価値原単位(円/台・分)

α_{sm}:平日の車種mの時間価値原単位(円/台・分)

<時間価値原単位&交通量>

休日交通量係数: 0.89

		時間価値原単位(円/台・分)		交通量(台/日)	
		平日	休日	平日	休日
乗用	乗用	62.86	94.29	2,250	2,003
	バス	519.74	779.61	209	186
乗用車類	乗用車類	72.45	108.68	2,459	2,189
	小型貨物車	56.81	56.81	534	475
普通貨物車	普通貨物車	87.44	87.44	1,270	1,130
計				4,263	3,794

※休日価値係数	
乗用車	1.5
貨物車	1.0

<損失額 = Σ{(損失時間) × (時間価値原単位) × (交通量) × (対象日数)}>

		CASE1		CASE2	
		損失額(千円)		損失額(千円)	
		平日	休日	平日	休日
乗用	乗用	8,628	5,664	34,369	23,036
	バス	6,626	4,350	26,396	17,692
乗用車類	乗用車類	10,867	7,135	43,292	29,016
	小型貨物車	1,851	810	7,372	3,294
普通貨物車	普通貨物車	6,774	2,965	26,985	12,058
合計			55,671		223,508

②走行費用(迂回による損失額)

* 迂回による損失はなし。

<計算式>

$$BRn = Qm \times L \times \beta m$$

$$BRs = Qm \times L \times \beta m$$

BRn: 平日の走行時間に関する損失額

BRs: 休日の走行時間に関する損失額

Qm: 車種mの交通量(台/日)

L: 迂回距離(km)

βm : 車種mの時間価値原単位(円/台・分)

<迂回距離>

CASE1: 道路拡幅が行われた場合

全車 0.00 km

CASE2: 道路拡幅を行わない場合

普通車 0.00 km 大型車 0.00 km

<走行費用原単価>

		走行費用原単位(円/台・km) ~一般道路(市街地)~					
		速度10km/h	速度20km/h	速度30km/h	速度40km/h	速度50km/h	速度60km/h
乗用	乗用	21.75	17.19	15.58	15.04	15.07	15.31
	バス	78.77	69.94	66.41	65.03	64.89	65.31
乗用車類		22.94	18.30	16.65	16.09	16.12	16.36
小型貨物車		35.77	33.41	32.38	31.93	31.84	31.92
普通貨物車		61.19	51.01	46.26	44.09	43.59	43.94

<損失額 = \sum [(迂回距離) × (走行費用原単位) × (交通量) × (対象日数)] >

		CASE1		CASE2	
		損失額(千円)		損失額(千円)	
		平日	休日	平日	休日
乗用	乗用	0	0	0	0
	バス	0	0	0	0
乗用車類		0	0	0	0
小型貨物車		0	0	0	0
普通貨物車		0	0	0	0
合計		0		0	

③交通事故減少便益の算定法

道路投資の評価に関する指針(案)以下「道投指針」を参考に設定する。

拡幅により、中央分離帯が設置された。

適用する算定式は、CASE1では、DID地区の一般道路で4車線以上とする。

CASE2では、DID地区の一般道路で2車線とする。

<算定式>

CASE1: 4車線中央分離帯あり $Y = 1210 \times X1 + 530 \times X2$

CASE1: 2車線 $Y = 2060 \times X1 + 530 \times X2$

<リンク延長>

万国橋があることによる走行延長

0.3 km と仮定

Y: リンクの交通事故損失額 (千円/年)

X1: 走行台キロ(千台/・km日) = 日交通量(千台/日) × リンク長(km)

X2: 走行・交差点数(千台・箇所/日) = 日交通量(千台/日) × 主要交差点数(箇所)

	CASE1	CASE2
日交通量(千台)	4.3	4.3
リンク長(km)	0.3	0.3
交差点数	0	0
走行台キロ	1.279	1.279
走行・交差点数	0	0
事故損失額(千円/年)	1,547	2,635

④環境改善便益の算定法

道路投資の評価に関する指針(案)以下「道投指針」を参考に設定する。

<算定式>

1)大気汚染および地球温暖化

$$BE^p = \zeta^p \times \delta^p_s \times L_s \times 365$$

2)騒音

$$BE^p = \zeta^p \times \delta^p_s \times L_s$$

BE^p : 環境質 p に与える影響の貨幣評価値(円/年)

L_s : リンク延長(km)

δ^p_s : 環境質 p の貨幣評価原単位(大気汚染:円/g、騒音:円/dB(A)/km/年)

ζ^p : 環境質 p への影響の程度(大気汚染g/km/日、騒音dB(A))

<走行速度>

CASE1: 拡幅工事に伴う改良

40 km/h

CASE2: 拡幅工事をおこなわない

30 km/h

<リンク延長>

万国橋があることによる走行延長

0.3 km と仮定

<交通量>

	平日	休日
交通量Q(台/日)	4,263	3,794
小型車混入率 a_1	0.65	0.65
大型車混入率 a_2	0.35	0.35

<走行速度別の環境への影響算定式>

走行速度 (km/h)	大気汚染 NOx排出量 (g/km/日)	騒音 等価騒音レベル (db(A))	地球温暖化 CO2排出量 (g-c/km/日)
30	$(0.24a1+2.87a2)Q$	40+A	$(54a1+155a2)Q$
40	$(0.20a1+2.41a2)Q$	40+A	$(46a1+137a2)Q$

$$A: 10 \cdot \log(a1+4.5a2) + 10 \cdot \log(Q/24)$$

○平日

走行速度 (km/h)	大気汚染 NOx排出量 (g/km/日)	騒音 等価騒音レベル (db(A))	地球温暖化 CO2排出量 (g-c/km/日)
30	4947.21	99.79	380899.05
40	4150.03	99.79	331874.55

○休日

走行速度 (km/h)	大気汚染 NOx排出量 (g/km/日)	騒音 等価騒音レベル (db(A))	地球温暖化 CO2排出量 (g-c/km/日)
30	4403.02	65.46	339000.15
40	3693.53	65.46	295368.35

<貨幣評価原単位>

○大気汚染

沿道状況	人口集中地区	その他市街地	非市街地 (平地部)	非市街地 (山地部)
大気汚染 (円/g)	2.92	0.58	0.20	0.01

○騒音

沿道状況	人口集中地区	その他市街地	非市街地 (平地部)	非市街地 (山地部)
騒音 (円/db(a)/km/)	2,400,000	475,200	165,600	7,200

○地球温暖化

炭素換算トン辺りCO2の貨幣評価原単位は、一律 2,300 円/t-c

<損失額 = Σ [(リンク距離) × (環境影響算定式) × (貨幣評価原単位)] >

	区分	大気汚染	騒音	地球温暖化	損失額 (千円/年)	損失額 (千円/10年)
CASE2	平日	1,053	47,836	63,865	157,516	1,575,157
	休日	471	15,754	28,537		
CASE1	平日	883	47,836	55,645	145,377	1,453,773
	休日	395	15,754	24,864		

④事業評価

<比較ケース>

比較CASE	
CASE1	・拡幅工事を含めた損失額(千円) (工事費+片側交互通行および交通事故、環境の損失)
CASE2	・拡幅工事を行わなかったことによる損失額(千円) (通過速度低下および交通事故、環境の損失)

<便益計算>

		損失額(千円/10年)	
		CASE1	CASE2
直接	走行時間[評価期間内の損失]	55,671	223,508
	走行費用[評価期間内の損失]	0	0
	交通事故減少	15,475	26,345
	大気汚染	12,781	15,237
	騒音	635,896	635,896
	地球温暖化	805,095	924,024
事業費	維持管理費(補修費含む)*	5,000	5,000
	改良費(補強費含む)	39,000	0
合計		(1) 1,568,917	(2) 1,830,010

※維持管理費： 500 千円/年 と仮定した。

(1)と(2)の差分をCASE1(大型化対策工事)を実施することにより得られる便益と考え、

拡幅工事を実施することによる便益は、 261,093 (千円/10年)
となる

(4) 拡幅工事時の費用便益分析結果

費用便益分析結果では、拡幅工事によりその後の10年間では約26,100万円の便益となった。そのうちの半分の約12,000万円は、地球温暖化に対する損失の差によるものである。したがって、環境改善便益の推定精度が全体の便益に影響すると考えられる。

また、拡幅した部分には、NTT回線、水道、電気といったライフラインが埋設されており、これらの新港ふ頭内の施設にもたらす便益は、本分析で得られた直接の便益より大きい可能性が高い。

直接、間接の効果を考えたとき、拡幅によるメリットのほうが、デメリットより大きいのはほぼ妥当な結論になると思われるが、その定量的な効果を算定するにはなお不確定な要素が多い。

(参考文献)

- 1) 横浜市港湾局技術部企画課：横浜港の港湾交通，1971.

3.5.4 将来の試算 1(道路橋の機能改良)

(1) 新港ふ頭の現状

横浜港は日本を代表する国際貿易港として、開港から昭和40年代まで横浜港の新港ふ頭などにおいて国際物流機能を担っていたが、昭和40年代になると船舶の大型化などに伴い国際物流機能を横浜港の沖合いに展開する必要が生じ、国際物流機能の主力であったふ頭の稼働率は次第に低下していった。現在では港湾機能の質的転換を図り、潤いのある海辺を求めるニーズに応えるべく港湾再開発が進められている。



図-3.5.4.1 万国橋と新港ふ頭（現状）

(2) 道路橋の機能改良

万国橋は設計活荷重 TL-14 (H2 道路橋示方書以前) で設計されており、現行基準である B 活荷重に対して設計計算上厳しい状態にある。

今後、ワールドポーターズ等への物流の増加に対して、万国橋通りを通過する貨物車の増加が予想されるため、耐荷力の向上を目的とした改良を行う場合について費用便益分析を行う。

(3) 試算条件

①事業内容

- ・事業実施年 2010年
- ・EPS（軽量盛土用大型発泡スチロールブロック）による死荷重の軽減工事

EPS工法

軽量で優れた力学的性質をもつEPS土木工法向けブロック材(地盤補強安定材)です。軽量性に富み、軟弱地盤などの地盤補強に適しています。

EPS工法

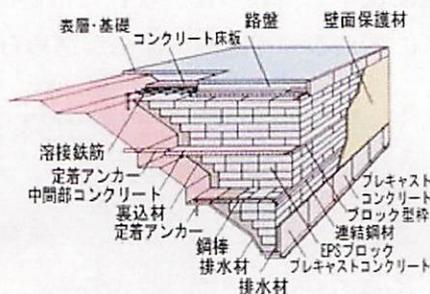


図-3.5.4.2 EPS工法のイメージ（EPS 建材推進協議会HPより）

[対象範囲]

以下のハッチング部分を工事対象とする。

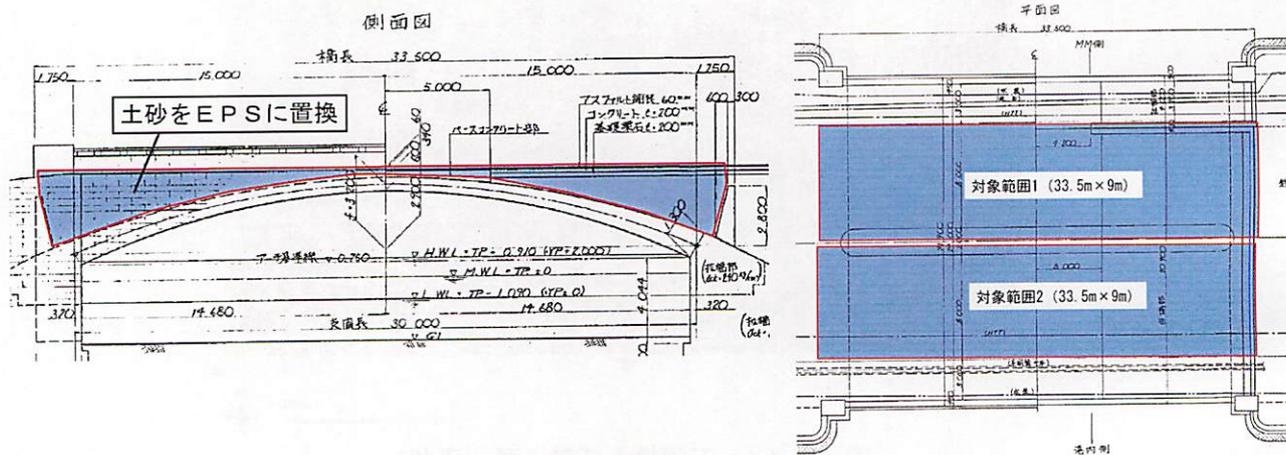


図-3.5.4.3 EPS工法の施工範囲

[概算工費]

概算単価（直工費）を50,000 [円/m³]と仮定すると、

$$(\text{概算直工費}) = 450 [\text{m}^3] \times 50,000 [\text{円}/\text{m}^3] \times 2 [\text{上下線}] = 45,000 [\text{千円}]$$

$$(\text{概算工事費}) = 45,000 [\text{千円}] \times 1.5 [\text{諸経費約50\%と仮定}] = 67,500 [\text{千円}]$$

[工期]

工事期間を3ヶ月と仮定する。

[制 約 事 項]

○軽量化工事を行う場合 (CASE1)

- ・ 工事期間中 (約 3 ヶ月)、全面通行止め
- ・ 工事期間中、全面通行止めによる迂回時間 10 分 (下図より仮定)

○軽量化工事を行わない場合 (CASE2)

- ・ 通過車両の重量制限 (普通貨物車 [+特殊車] の通行禁止)
- ・ 普通貨物車 [+特殊車] は迂回、迂回時間 10 分 (下図より仮定)



図-3.5.4.4 迂回路 (イメージ)

②交通量の推定

3.4 節より、万国橋の通過台数 (12h) は 1993 年 10 月 21 日 (木) の調査では 3,998 台、2000 年 11 月 29 日 (水) の調査では 7,181 台と年々増加している。事業実施年の 2010 年の通過台数は、将来交通量は増加すると考え、平日 12h の通過台数を 10,000 台と仮定した。

車種別の平日・休日交通量は、万国橋周辺のセンサスデータ (H11 年度) の各係数を用いて推定した。

表-3.4.1.1 万国橋の推定通過交通量 [2010 年]

	万国橋 通過台数	車種別 割合	平日12h	休日12h	平日24h	休日24h	交通量比 休日/平日	昼夜率	
			通過台数	通過台数	通過台数	通過台数		平日	休日
乗 用 車	2010年 平日12h 10,000[台] と推定	0.683	6,830	5,191	9,494	7,475	0.76	1.39	1.44
バ ス		0.053	530	403	737	580	0.76	1.39	1.44
小型貨物車		0.112	1,120	851	1,557	1,225	0.76	1.39	1.44
普通貨物車		0.152	1,520	1,155	2,113	1,663	0.76	1.39	1.44
合 計		1.000	10,000	7,600	13,900	10,944	—	—	—
備 考	3.4.1節の交通 量より推定	国道133号中央 区本町5丁目 H11センサスより	合計通過台数 × 車種別割合	平日12h × 交通量比	昼夜率を考 慮して算出	昼夜率を考 慮して算出	国道133号中央区本町5丁目 H11センサスデータを適用		

(4) 評価方法

以下に本ケースにおける検討フローを示す。本検討では社会的割引率を0%とし、H15年単価換算で費用便益分析を行う。

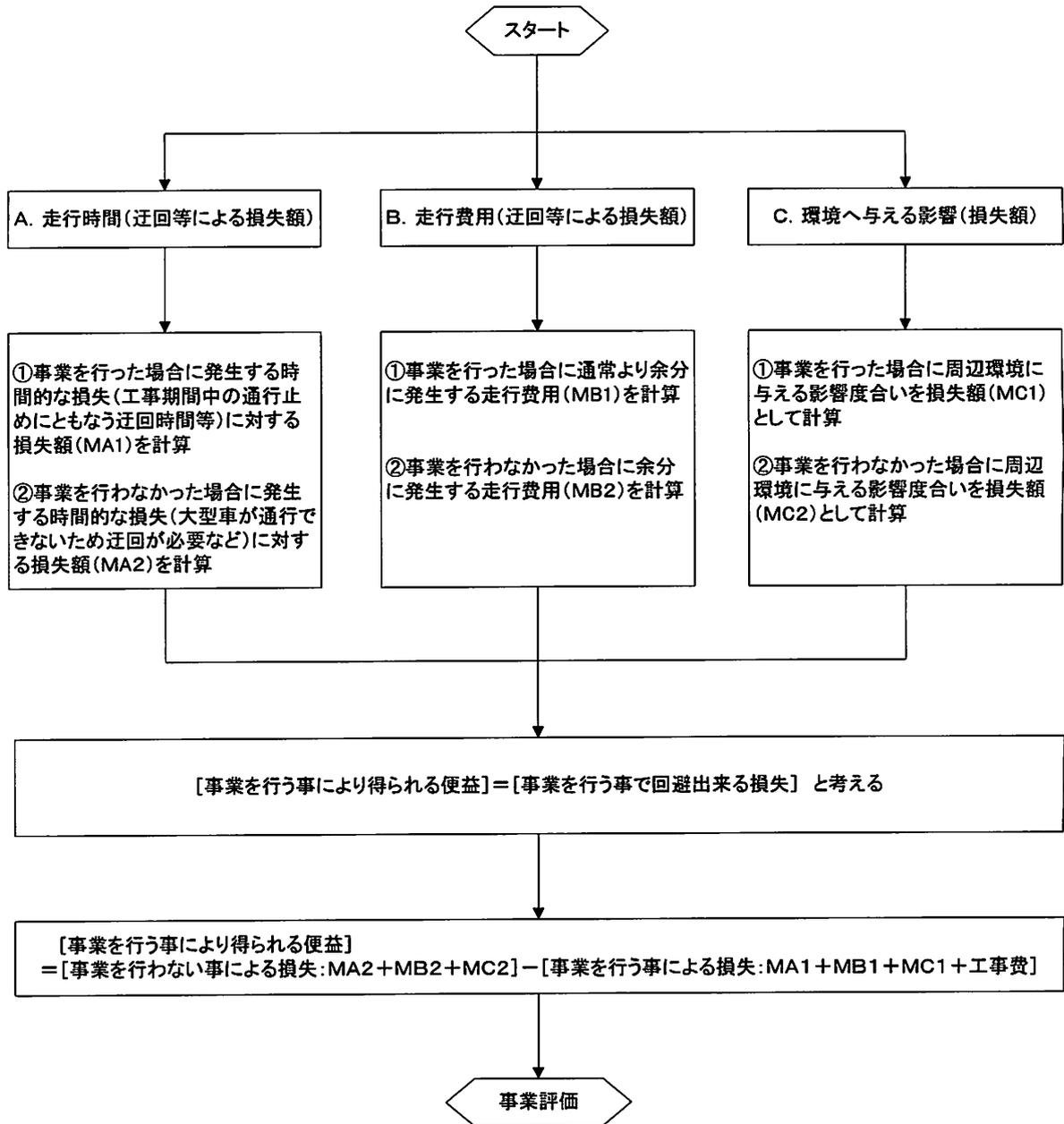


図-3.5.4.5 費用便益分析フロー

(5) 改良工事に対する費用便益計算 [環境改善便益を考慮しない場合]

「道路投資の評価に関する指針(案)第1編, 第2編¹⁾」を参考資料とした。

CASE1: 軽量化工事が行われた場合

CASE2: 軽量化工事を行わない場合

<評価開始年> 2010年 <評価期間> 10年

<平日&休日数> 平日 243日 休日 122日

<損失時間(分/台)&工事費>

比較CASE	損失時間 (分/台)	期間 (ヶ月)	工事費 (千円)
CASE1 ・工事を実施することによる損失時間(分) (工事期間中の全面通行止めによる損失)	10分 ※全車種共通 ※待ち時間	3ヶ月 ※工事期間	67,500
CASE2 ・工事を行わなかったことによる損失時間(分) (普通貨物車の通行不可による損失)	10分 ※普通貨物車対象 ※迂回時間	120ヶ月 ※評価期間	0

<対象日数>

	ヶ月	対象日数		
		日数		
		合計	平日	休日
CASE1	3	91	61	30
CASE2	120	3,650	2,430	1,220

① 走行時間(迂回等による損失額)

<計算式>

$$BT_n = Q_m \times T_m \times \alpha_{nm}$$

$$BT_s = Q_m \times T_m \times \alpha_{sm}$$

BT_n: 平日の走行時間に関する損失額

BT_s: 休日の走行時間に関する損失額

Q_m: 車種mの交通量(台/日)

T_m: 車種mの損失時間(分)

α_{nm}: 平日の車種mの時間価値原単位(円/台・分)

α_{sm}: 平日の車種mの時間価値原単位(円/台・分)

<時間価値原単位[H15年価格]& 2010年 24h交通量(推定)>

	時間価値原単位(円/台・分)		交通量(台/日)	
	平日	休日	平日	休日
乗用車	62.86	94.29	9494	7475
バス	519.74	779.61	737	580
小型貨物車	56.81	56.81	1557	1225
普通貨物車	87.44	87.44	2113	1663

※休日係数
乗用車 1.5
貨物車 1.0

<損失額 = Σ [(損失時間) × (時間価値原単位) × (交通量) × (対象日数)] >

	CASE1		CASE2	
	損失額(千円)		損失額(千円)	
	平日	休日	平日	休日
乗用車	364,044	211,445	0	0
バス	233,660	135,652	0	0
小型貨物車	53,956	20,878	0	0
普通貨物車	112,704	43,624	448,969	177,404
合計	1,175,963		626,372	

②走行費用(迂回等による損失額)

<計算式>

$$BRn = Qm \times L \times \beta m$$

$$BRs = Qm \times L \times \beta m$$

BRn: 平日の走行時間に関する損失額

BRs: 休日の走行時間に関する損失額

Qm: 車種mの交通量(台/日)

L: 迂回距離(km)

βm : 車種mの時間価値原単位(円/台・分)

<迂回距離>

CASE1: 軽量化工事による迂回距離 全車 1.00 km

CASE2: 軽量化工事を行わない場合の迂回距離 一般車 0.00 km 普通貨物車 1.00 km

<走行費用原単価(H15年価値)>

	走行費用原単位(円/台・km) ~一般道路(市街地)~					
	速度10km/h	速度20km/h	速度30km/h	速度40km/h	速度50km/h	速度60km/h
乗用車	21.75	17.19	15.58	15.04	15.07	15.31
バス	78.77	69.94	66.41	65.03	64.89	65.31
小型貨物車	35.77	33.41	32.38	31.93	31.84	31.92
普通貨物車	61.19	51.01	46.26	44.09	43.59	43.94

※通過車両の平均時速は30km/hと仮定

<損失額 = Σ [(迂回距離) × (走行費用原単位) × (交通量) × (対象日数)] >

	CASE1		CASE2	
	損失額(千円)		損失額(千円)	
	平日	休日	平日	休日
乗用車	9,023	3,494	0	0
バス	2,986	1,156	0	0
小型貨物車	3,075	1,190	0	0
普通貨物車	5,963	2,308	237,526	93,855
合計		29,194		331,381

③費用便益計算

<比較ケース>

比較CASE	
CASE1	・工事を実施することによる損失額(千円) (片側通行期間中の損失)
CASE2	・工事を行わなかったことによる損失額(千円) (普通貨物車の通行不可による損失)

<便益計算>

本ケースでは考慮しない

		10年間の損失額(千円)	
		CASE1	CASE2
直接	走行時間[評価期間内の損失]	1,175,963	626,372
	走行費用[評価期間内の損失]	29,194	331,381
	大気汚染[千円]	0	0
	騒音[千円]	0	0
	地球温暖化[千円]	0	0
事業	建設費	—	—
	維持管理費(補修費含む)**	10,000	10,000
	改良費(補強費含む)	67,500	0
合計		(1) 1,282,656	(2) 967,753

※維持管理費: 1,000 千円/年 と仮定した。

(1)と(2)の差分をCASE1(床版補強工事)を実施することにより得られる便益と考えると、

軽量化工事を実施することによる便益は、 -314,903 (千円/10年)

(6) 改良工事に対する費用便益計算 [環境改良便益を考慮した場合]

① 走行時間(迂回等による損失額)
(5)の試算と同様に算出

② 走行費用(迂回等による損失額)
(5)の試算と同様に算出

③ 環境改善便益の算定法

<算定式>

1) 大気汚染および地球温暖化

$$BE^p = \zeta^p \times \delta_s^p \times L_s \times 365$$

2) 騒音

$$BE^p = \zeta^p \times \delta_s^p \times L_s$$

BE^p: 環境質pに与える影響の貨幣評価値(円/年)

L_s: リンク延長(km)

δ_s^p: 環境質pの貨幣評価原単位(大気汚染:円/g、騒音:円/dB(A)/km/年)

ζ^p: 環境質pへの影響の程度(大気汚染g/km/日、騒音dB(A))

<迂回距離>

CASE1: 軽量化工事による迂回距離	全車	1.00 km	3ヶ月
CASE2: 軽量化工事を行わない場合の迂回距離	一般車	0.00 km	普通貨物車 1.00 km

<試算の考え方>

本検討では、CASE1、2をそれぞれ行うことによる損失の差により便益を評価しているため、CASE1の場合: 工事期間(3ヶ月)の迂回が環境に及ぼす影響を損失として計算する。CASE2の場合: 評価期間中、普通貨物車の迂回が環境に及ぼす影響を損失として算出する。

<リンク延長>

各ケースを比較するために、必要となる迂回距離を計算対象とするリンク延長と考える。

	評価期間			リンク延長(km)	
	合計	平日	休日	一般車	普通貨物車
CASE1	91	61	30	1.00	1.00
CASE2	3,650	2,430	1,220	0.00	1.00

<交通量>

各ケースで対象とする交通量を以下に示す。

CASE1	平日	休日
交通量Q(台/日)	13,901	10,943
一般車混入率a1	0.85	0.85
大型車混入率a2	0.15	0.15

一般車=下記以外
大型車=普通貨物車

CASE2	平日	休日
交通量Q(台/日)	2,113	1,663
一般車混入率a1	0.00	0.00
大型車混入率a2	1.00	1.00

<走行速度別の環境への影響算定式>

走行速度 (km/h)	大気汚染 NOx排出量 (g/km/日)	騒音 等価騒音レベル (db(A))	地球温暖化 CO2排出量 (g-c/km/日)
30	(0.24a1+2.87a2)Q	40+A	(54a1+155a2)Q
40	(0.20a1+2.41a2)Q	40+A	(46a1+137a2)Q

$$A: 10 \cdot \log(a1+4.5a2) + 10 \cdot \log(Q/24)$$

採用



○計算結果

走行速度 (km/h)		大気汚染 NOx排出量 (g/km/日)	騒音 等価騒音レベル (db(A))	地球温暖化 CO2排出量 (g-c/km/日)
CASE1	平日	8820.18	107.84	961254.15
	休日	6943.33	105.44	756708.45
CASE2	平日	5092.33	99.82	327515.00
	休日	4772.81	97.42	257765.00

<貨幣評価原単位>

○大気汚染

沿道状況	人口集中地区	その他市街地	非市街地 (平地部)	非市街地 (山地部)
大気汚染 (円/g)	2.92	0.58	0.20	0.01

※採用

○騒音

沿道状況	人口集中地区	その他市街地	非市街地 (平地部)	非市街地 (山地部)
騒音 (円/db(a)/km/年)	2,400,000	475,200	165,600	7,200

※採用

○地球温暖化

炭素換算トン辺りCO2の貨幣評価原単位は、一律 2,300 円/t-c

<損失額 = Σ{(リンク距離) × (環境影響算定式) × (貨幣評価原単位) × (対象日)}>

	区分	大気汚染	騒音	地球温暖化
		[千円]	[千円]	[千円]
CASE1 (3ヶ月)	平日	1,571	43,253	134,864
	休日	608	20,800	52,213
	合計	2,179	64,053	187,077
CASE2 (評価期間)	平日	43,030	1,594,914	1,830,481
	休日	17,003	781,527	723,289
	合計	60,033	2,376,442	2,553,770

(4)費用便益計算

<比較ケース>

比較CASE	
CASE1	・工事を実施することによる損失額(千円) (片側通行期間中の損失)
CASE2	・工事を行わなかったことによる損失額(千円) (普通貨物車の通行不可による損失)

<便益計算>

		10年間の損失額(千円)	
		CASE1	CASE2
直接	走行時間[評価期間内の損失]	1,175,963	626,372
	走行費用[評価期間内の損失]	29,194	331,381
	大気汚染[千円]	2,179	60,033
	騒音[千円]	64,053	2,376,442
	地球温暖化[千円]	187,077	2,553,770
事業	建設費	—	—
	維持管理費(補修費含む)**	10,000	10,000
	改良費(補強費含む)	67,500	0
	合計	(1) 1,535,965	(2) 5,957,997

※維持管理費: 1,000 千円/年 と仮定した。

(1)と(2)の差分をCASE1(床版補強工事)を実施することにより得られる便益と考えると、

軽量化工事を実施することによる便益は、 4,422,032 (千円/10年)

(7) まとめ

①環境改善便益（環境への影響）を考慮しない場合

- ・費用便益分析によると、改良工事を行うことで約3.1億円損失する結果となり、機能改良工事（軽量化工事）を行うメリットはないといえる（あくまでも分析に用いた仮定の上）。
- ・評価期間により得られる便益が異なるため、対象に応じて評価期間を検討する必要がある。費用便益マニュアル²⁾では評価期間40年になっている。

（本ケースでは、評価期間を14年以上とすると改良工事を行うことで便益が生ずる。）



図-3.5.4.6 試算結果の比較

- ・時間価値原単位等の単価を適切に設定する必要がある。
- ・金利を考慮して分析を行うためには、社会的割引率（公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針³⁾では4%）を考慮する必要がある。

②環境改善便益（環境への影響）を考慮した場合

- ・費用便益分析によると、改良工事を行うことで約44億円利益を得る結果となり、機能改良工事（軽量化工事）を行うメリットは十分あるといえる（あくまでも分析に用いた仮定の上）。
- ・改良工事に伴う道路整備効果が環境に与える影響を詳細かつ正確に把握することは、現状では極めて困難であり、ましてや、その影響を貨幣換算することには多くの問題がある。
- ・しかし、環境面から見てより優れた事業を経済面でも評価するためには、現状では完全でないにしろその影響の大きさを貨幣的に表現することが重要である。

- ・貨幣化に用いる貨幣評価原単位について、これまで環境質の貨幣評価手法に関する調査・研究の蓄積はなされているものの、環境質の貨幣評価原単位算定が我が国で試みられた事例は極めて少ない。また、世界的にみた場合、算定が試みられた事例はあるものの算定された原単位自体は必ずしも安定した値であるとはいえない。

(参考文献)

- 1) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編：道路投資の評価に関する指針（案）
- 2) 国土交通省 道路局 都市・地域整備局：費用便益分析マニュアル H15.8
- 3) 国土交通省：公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針 H16.2

3.5.5 将来の試算2（観光橋に特化）

3.5節では、ここまで万国橋の便益を建設時・拡幅時・現行基準の道路橋へ改良した場合について検証してきた。これは主に交通の便を図る社会資本としての道路橋として、本橋がどの様に変遷してきたか、また今後どの様に変遷していくかについて主眼がおかれている。

一方、横浜市は本橋を渡った新港地区を含め、新たな街づくりを進めている。よってここでは、本橋の資産価値をそのような街づくりに沿った“観光橋“(老朽化構造物 WG の造語)に特化した場合、どの様な便益が考えられるかについて検討する。

観光に特化した投資に対する便益とは、投資に対して現状より集客効果が見込めるか否かと言うことである。またその結果、投資コストが回収できるかどうか問題となる。

具体的には、橋そのものが観光の目的となりうるか、または、周辺地域(新港地区やMM21等)との相乗効果が図れるかが重要である。万国橋はそのどちらにも該当する可能性があり、投資を検討する価値があると考えられる。

(1) 万国橋の現状

老朽化ワーキンググループによる現地調査(平成15年7月8日)の結果、平日の昼間は一見して交通量・人通りとも少ない。特に車道は路上駐車場が営まれていることから、道路断面に対し恒常的に交通量が少ないことが推測される。

また横浜市のHPにある、“横浜港ニュース 「みなとみらい21新港地区の街開き」の集客状況について(平成11年10月28日)”によれば、新港地区へのイベント時の動線別の来場者割合(ワールドポーターズオープン時調査・10/24歩行者交通量調査による)は、万国橋は8%となっている。新港地区への他の動線では、汽船道29%、国際橋56%、新港橋7%であり、圧倒的にMM21からの移動が多く、万国橋の利用者はあまり多くないことが判る。これは、万国橋の背後に歩行者の交通手段や顧客となる住民等の人口を抱えていないことから合点のいく結果である。

その一方で隣接する馬車道では平成16年2月に地下鉄が開業し馬車道駅ができたことにより、今後万国橋からの集客増も十分期待できる環境となっている。

(2) 万国橋の観光資源としての可能性

① 歴史的背景

万国橋は、歴史的には“税関埋め立て地より横浜市馬車道方面に直通する…交通上の要衝であり、又海外よりの渡航者が岸壁に上陸第1歩を印すや先づ通過すべき関門”¹⁾であった。また、初代の万国橋はそのデザインから横浜名物の1つであった事は想像に難くない。

② 構造特性

現在の万国橋は、建設当時鋼材の値段が高騰していたこともあり、RCアーチ橋として

架け替えられ、昭和 49 年に歩道部の拡幅が、同型式の RC アーチ橋として為されている。

③ 景観性（橋そのもの）

橋体側面及び高欄は、御影石張りとなっており歴史的な風合いを醸し出している。ただし残念ながら歩道拡幅を行った上流側側面には御影石は張られていない。これは拡幅前の上流側側面には張られていたのであろうが、拡幅により覆い隠され、また拡幅時には、コスト的な面から考慮されなかったものと推察する。

橋面は一般的なアスファルト舗装で、中央分離帯があり、そこには街灯が設置されている。

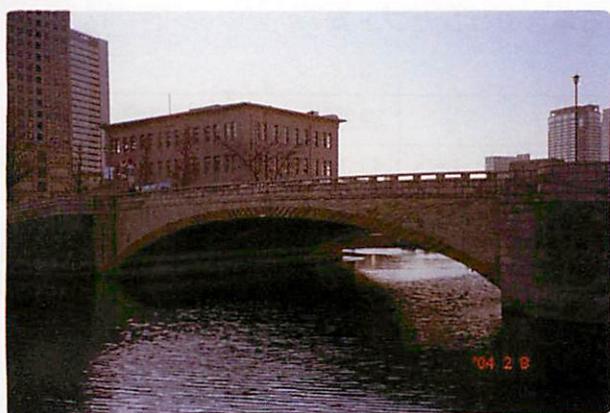
④ 景観性（橋周囲）

万国橋からはみなとみらい地区への眺望がひらけており、夜景の美しいスポットとして、橋を渡る人の会話に出てくるほど（※筆者は現地調査で初めてこの橋に行ったときに本当にそのように話されている方とすれ違いました。）市民に親しまれているようである。また、インターネット上のホームページにも同様の主旨で紹介しているサイトもあり、既にある程度知られたポイントであると考えられる。

写真-3.5.5.1～3 で万国橋からの夜景および、万国橋の現況を示す。



写真-3.5.5.1 万国橋から MM21 を眺望する夜景



写-真-3.5.5.2 屋間の万国橋



写真-3.5.5.3 万国橋の橋面

(3) 観光に特化した便益の考え方…1つの提案として

万国橋の利用は、現在新港地区との通過交通が主であり、平時の利用は多くない。また、イベント時でも MM21 や自動車道により桜木町駅に利用者が流れているものと予測され、山下公園や中華街へのネットワークはあまり形成されていない。これは現状では歩行者の負担がかなり大きいことが主要因であると考えられ、地下鉄開業後は改善が図られるものと予測される。しかしその場合でも万国橋を通る利用者は新港地区のみを目的とする場合に限られることとなり、同橋の利用はあまり改善されないと考えられる。すなわち、現状では観光に特化した場合において万国橋そのものに着目した提案はないようである。そこで、万国橋に着目した利用方法のコンセプトを提案し、投資効果の試算を試みることにする。コンセプトは、投資額を大中小の3ケースを想定し、その活用方法、ねらいなどを示した。コンセプト案を表-3.5.5.1 に示す。

次に投資効果の算定についてであるが、国土交通省による費用便益分析マニュアル（平成15年8月）では、道路整備に伴う効果として「走行時間短縮」、「走行経費減少」、「交通事故減少」の項目について社会的余剰を計測することにより便益を算出することとなっており、本ケースのような場合は対象となっていない。

よってここでは、投資効果の算定手法についても検討を行うものとする。

表-3.5.5.1 万国橋を利用する場合のコンセプト案

	コンセプト案	活用方法	ねらい	課題	概略事業費
1案	施設の現状保持	夜景スポットの広告を行い、イメージアップを図る。	施設に手を加えない。 費用負担小	昼間の活用増が見込みにくい。	1千万円程度
2案	施設の注目度を上げる	橋体のライトアップや橋面（舗装等）の修景	待ち合わせ場所等のランドマークとなることを期待。 費用負担中程度	照明のランニングコストがかかる。	1億円程度
3案	路線の注目度を上げる（万国橋はその中のパーツとする）	馬車道に接続するまでの路線全体を考えた修景や、歩行者天国・イベント広場等のソフト的活用	新港地区へのアクセス道路自体が利用者の目的地となるようにする。 費用負担大	道路以外の建物の所有者等、地域の協力が求められる。	10億円程度

1) 投資効果の算定手法

一般的には、投資した金額に対し、集客による収益で資金回収が出来るか否かを分析することが目的となる。本橋は税金による投資を前提にしており、その結果として経済活動が活性化し税収増により資金回収が出来るかどうか判ればよいことになる。しかし税収増の要因を分析し、事由毎に効果を計測することは非常に困難である。しかし、一方でそのような事例についてデータが蓄積されていないのもまた事実であり、施設整備後にデータを実測して蓄積していくことも重要である。

テーマパークのように1つの事業主体が閉じたエリアでイベントを定期的に更新していく場合であればイベント毎の効果が明確に成りやすい。しかし税収は複数の事業収益の結果であるため、立地条件だけによらず、事業そのものの運営の善し悪しによる部分も大きいからである。社会資本はあくまで良い立地条件を提供する事であることに注意する必要がある。

直接的には有料道路にすれば分かり易い。提供する良い環境や、景観等のサービスに対し対価を得、施設の整備費、運営費がまかなえればよいのである。またそれは単年度で収支が合う必要が無く、供用期間を考えた複数年で検討すべき物である。しかし、無料であった物を整備し直接通行者から費用を徴収する有料に変更することは、社会的になじまず逆効果となる可能性が高い。すなわち、市場的価値が認められにくいのである。よってそのような価値があったとしても、対価を得る手法は慎重に検討しなければならない。

そこで、次にこの様に直接投資効果を評価することが出来ない事例に対し、一般的に用いられる評価手法を示す。

(4) 非市場的価値の計測手法²⁾

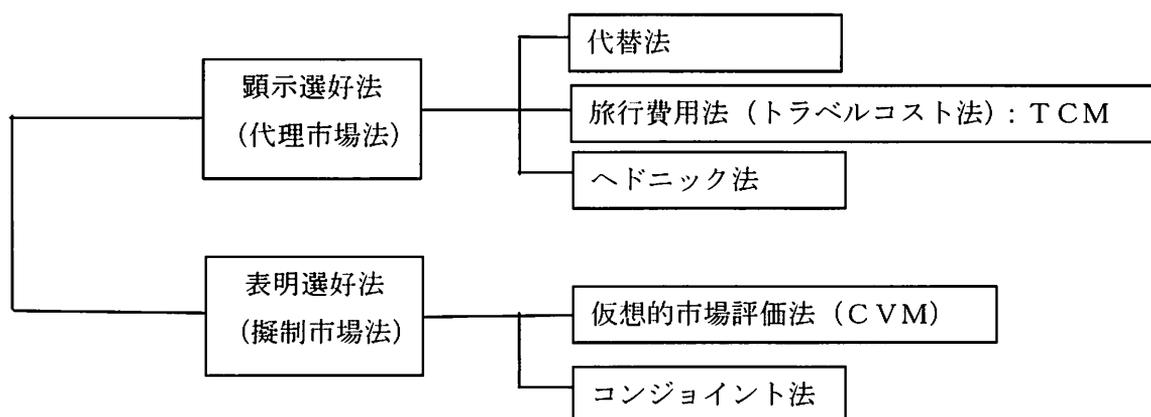


図-3.5.5.1 非市場的価値の計測手法

(1) 顕示選好法 (代理市場法)

計測しようとする非市場的価値への選好がそれを含む、もしくは影響される別の市場財の価格 (代理市場価格) に反映する側面を計量的に評価するもの。

1) 代替法

計測しようとする非市場的価値あるいは非市場財と同等の効果を生む市場材 (代替財) が想定できる場合に、その代替財提供費用をその非市場財の経済価値とするもの。

2) 旅行費用法 (トラベルコスト法)

そこまでのアクセス費用を支払ってまでも利用する価値があるか否かという観点から、環境質の価値を貨幣換算して評価する方法。その実施には利用者の環境質への訪問回数等のアンケートが必要で、その結果を基に訪問回数方程式 (需要関数) を推定するという作業を行う。

3) ヘドニック法

環境質の価値は、代理市場、たとえば土地市場 (地代あるいは地価) および労働市場 (賃金) にキャピタライズするキャピタライゼーション仮説に基づいて、その価格を被説明変数とし、環境質を含めた所属性を説明変数とした地価関数、あるいは賃金関数を推定することにより評価する方法。

(2) 表明選好法 (擬制市場法)

計測しようとする非市場的価値に対する人々の選好を直接的に質問し、その価値を評価する方法である。

1) CVM (Contingent Valuation Method)

個人に対する調査結果を基に評価を行う手法。環境質の内容を被験者に説明した上で、質の向上に対する支払い意志額、あるいは悪化した場合に受け取る補

償金額を直接質問する方法。

質問方法等による様々なバイアスが生ずる欠点がある。

2) コンジョイント法

価格を含む評価対象財の、様々な属性別に人々の選好を質問し、その結果から財の価値を評価する手法。

以上の手法について本橋への適用を考えた場合、トラベルコスト法、ヘドニック法、CVMによる評価が考えられる。

① トラベルコスト法による場合

来訪者に直接アンケートを行い所得や、交通費や目的地で支払った金額などを調査する。これより訪問のための総費用を算出し、訪問回数を説明変数とした回帰モデルを構築し需要関数とする。そして需要関数により代表的な旅行者が支払ってもよい費用総額を算出するのである。

この場合、目的地や評価対象としたい施設が出来上がっていないため、アンケートに先立ち、計画をよく理解していただくことが必要となる。

現状での費用と計画完成時での費用や訪問回数の変動について来訪者の意識調査をすることにより、経済効果が算出できる。

課題として、投資効果を予測すると言うことは施設が出来上がっていない段階での評価と成らざるを得ず、他の事例を参考としたり、予測値に対し完成後に再度調査を行い、実データを検証するなど、データの蓄積を図り精度向上を進める必要がある。

② ヘドニック法による場合

地価、地代、アパートや店舗・オフィスの賃貸料の変動を調べる本方法は、整備した社会資本が市場に評価されているかどうかを知る手がかりとなる。

ただしこの場合も、評価対象施設が出来上がっていないため、他事例を参考としたり、不動産市場関係者へのアンケート等による予測が先になり、完成後に継続的に実データを検証する必要がある。実データの経年変化や、影響範囲が蓄積できれば、今後社会資本整備を進める上で非常に有効なデータとなりうると考える。

③ CVMによる場合

施設計画に対し、アンケートにより支払い意志額を直接回答してもらうことにより、ニーズが確認できる。アンケートの訊き方により様々なバイアスが入る可能性があり、便益の評価としては精度検証に課題がある。しかし、ライトアップなどのランニングコストを地元を負担していただくような事例は既に多く、資金調達を計画する上で有効なデータを得られる可能性がある。

(5) 便益の評価

非市場的価値の評価手法としては、それぞれ一長一短がある。本ケースでは、可能であればそれぞれを実施し、総合的に評価する事が望ましい。また評価を実施するためにはその前段となる投資金額を設定する必要がある、そのためにはもう少し詳細に計画を立案しなければならない。一方、効果の評価であるが、何れの場合もアンケートが中心となり、アンケートそのものの企画や、回答者への説明用資料の作成など、費用面や時間的な制約など課題が多いため本研究会で今回実施するにはいたっていない。

よって今回のケースでは、観光に特化した場合の投資金額と投資によって生じる集客効果および集客の消費金額の点から投資効果を検討する方法とした。評価の方法を次に示す。

1) 試算の前提条件

- ・新港地区の主要施設における年間集客見込み数
約 675 万人（横浜港ニュース³⁾による）
- ・万国橋からの集客数
8%として、54 万人
- ・一人当たり消費支出 1000 円と仮定した場合の税込
消費税 5%として 50 円/人

これより万国橋からの集客に対して 既に少なくとも現状で 2700 万円程度の税金が見込めることになる。

これに対し、万国橋を観光に特化した整備を行った場合の投資金額を借入金と見なした場合の返済額を次の条件で算出し、年間の返済額（=税金増）から期待される集客数の増加について検討する。

なお、税金による社会資本整備の費用対効果を評価する上で、整備主体となる地方自治体の税金は、消費税では現状で 1%しか収入とならないことから実施の可能性が低くなる議論がある。しかし便益は、施設から得られる効果全体に着目すべきであることから本手法で検討を行い、便益の分配や、その利用のあり方は別の課題としたい。

2) 試算の仮定

- ・投資額；1 案－1 千万円、2 案－1 億円、3 案－10 億円と仮定
- ・金利；4%（固定金利・仮定）
- ・返済期間；30 年（仮定）
- ・一人当たり消費支出；(3.4.4) を参考に、1000 円, 2000 円, 3000 円の 3 ケースについて検討する。消費支出は、投資金額の増加にあわせ増加する方向で個別に設定することも考えられるが、妥当な金額の差違を決定する根拠・資料がないため、試算を多くし傾向を見るものとする。
- ・消費税率；5%

上記の仮定に基づいて便益を試算した結果を表-3.5.5.2 に示す。得られた結果から、コンセプト 1 案および 2 案が、投資効果が現実的であり、投資効果が期待できる数値であると評価した。

表-3.5.5.2 観光橋の便益計算

金利	4%	支払期日	(各期の期末)
返済期間 (年)	30	消費税	5%

	1 案	2 案	3 案
投資金額	¥10,000,000	¥100,000,000	¥1,000,000,000
返済額/年	-578,301	-5,783,010	-57,830,099
総返済額	¥-17,349,030	¥-173,490,297	¥-1,734,902,974

	一人当たり 消費支出	1 案	2 案	3 案
期待増加 集客数(人)	¥1,000	11,566	115,660	1,156,602
	¥2,000	5,783	57,830	578,301
	¥3,000	3,855	38,553	385,534

期待 増 加 集 客 数 率	比較対照	一人当たり 消費支出	1 案	2 案	3 案
	万国橋動線	¥1,000	2.142%	21.419%	214.186%
540,000 (人)	¥2,000	1.071%	10.709%	107.093%	
	¥3,000	0.714%	7.140%	71.395%	
	新港地区全体	¥1,000	0.171%	1.713%	17.135%
6,750,000 (人)	¥2,000	0.086%	0.857%	8.567%	
	¥3,000	0.057%	0.571%	5.712%	

課題としては、万国橋自身に消費を誘発する機能がないことから周辺及び新港地区の商業施設のあり方も併せて考える必要がある。特に本案は、夜景による集客に主眼をおいているが、商業施設の営業時間等のリサーチは行っていない。また、消費はその時々景気動向にもよるが、ここでは簡便に 30 年間一律と仮定している。同様に消費税率が変更される場合についても考慮していない。さらに、維持管理費についても考慮していない。

維持管理費は、このようなケースの場合、電気代等のランニングコストや構造躯体の修

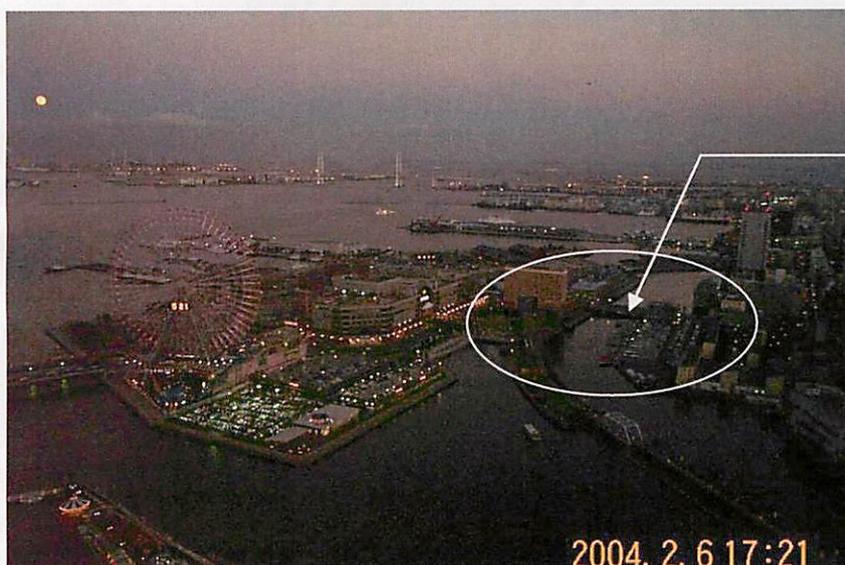
繕費、日常的な清掃費の他、テーマパーク的に考えた場合、集客効果をねらった定期的なイベント費等も対象となると考える。特にここでは観光に力点を置く観点から、全体構想の中で橋の存在を意識したイベント・企画が必要になってくると考える。ただしそれを橋単独の維持管理予算としてとらえるかどうかは議論の余地がある。

(6) 整備案・・・特に2案を対象として

本項のテーマはあくまで、費用便益の試算であるが、本当にそのような魅力ある整備が可能であるかも重要な課題である。ここではその具体的な提案を試みた。

① ライトアップ

写真-3.5.5.4は、SOTEC 本社（横浜ランドマークタワー36階）からの展望写真を、株式会社ソーテックのホームページより借用した物である。⁴⁾ 新港埠頭および、万国橋方面は、明かりも少なく、MM21側から視認しにくいことが判る。



現況；万国橋付近

※ 夜間は全く目立たない（本写真は印刷用に明るさを補正してあります。）

写真-3.5.5.4 夕方の新港埠頭及び万国橋方面

万国橋の景観上のセールスポイントは、MM21側の夜景であり、万国橋の夜景を改善することは主目的ではないがMM21側から視認できることは、その存在を際立たせ認知していただく上で効果的であると考え。写真-3.5.5.5で万国橋をライトアップした場合について写真-3.5.5.4と同じ写真を用い検討した。



ライトアップ後の
万国橋（イメージ）
（本写真は印刷用
に、明るさを補正し
てあります。）

写真-3.5.5.5 ライトアップした万国橋

写真-3.5.5.5 を見て判るとおり、小さな橋梁ながらライトアップにより遠目にも意外に目立ち、水面に映るアーチの光は、そのような演出はすでにポピュラーながら見る物の興味を引きつける効果があると考えられる。これにより、遠目から見て、そこへ行ってみたいという動機付けが期待できる。

② 橋面の改修・修景

万国橋は、有効幅員が 24m と広い橋である。3.4.2 より本橋の通過交通量は 7200 台/12h と、比較的多いデータとなっており、将来交通量も増加する可能性がある。しかしここでは観光・景観スポットという点から歩行者の増加を期待することに主眼を置き、あえて歩行者を優先した整備を提案する。

提案するコンセプトは、歩行者が落ち着いて、景色を見たり待ち合わせたりできる、潤いのある、佇める空間の創出とする。その場合、施設の改良点は次の通りである。

1) 車道幅員

片側 4m とする。通過交通量から判断して片側 1 車線で十分であると判断し、車道幅員の縮小を提案する。

2) 歩道復員および中央分離帯

それぞれ、片側 2m ずつ拡幅する。これにより歩道幅員 5m、中央分離帯 6m とする。

中央分離帯は、これにより歩道としての機能を付加する。拡幅した歩道や中央分

離帯には、ベンチを置き、歩行者が休憩できるようにする。特に中央分離帯には現在も植樹されているが、本橋は充腹アーチ形式で、舗装下に土砂があり、植樹しやすい環境であることに着目する。具体には、葉の茂る広葉樹の高木、もしくは藤棚等に植え替え、木陰を創出する。車道部の利用であるため、高木を植える上で設計荷重は問題とならない利点がある。

3) 舗装

歩車道とも全面石畳（もしくはそれに準じた物）とする。車道部は、通行車両に速度を落とさせる効果を期待し、凹凸を付ける。車両にゆっくり走っていただくことにより、歩行者は安心して中央分離帯側への横断が可能となる。歩道部は、車いす等の利便性を考え平らに仕上げる。

4) 橋体の側面

現状では橋体の上流側側面がコンクリート面となっているため、高欄等にあわせ御影石張りとする。

5) 照明

夜景を見る上で、目線より上の光源を多くすることは避けた方がよいと考える。またベンチからの眺望を考え、高欄の笠木等への強い照明の配置も好ましくない。よってフットライト等を多用した方がよいと考える。

個々のデザインについては、ここでは割愛する。またこのコンセプトが絶対的な答えではなく、あくまで参考として提案したものである。実際にはより幅広い議論・提案が望まれるところであるが、まずはこのような案を基にし、非市場的価値の計測手法を試み、評価を得るかどうかを追跡することが次の課題である。また継続的に顧客ニーズを回復させるイベント等の運営管理のあり方についても今後の課題としたい。

(参考文献)

- 1) 櫻井辰造；万国橋改築工事概要，土木技術 第2巻 第5号，昭和16年5月
- 2) 道路投資の評価に関する指針（案）第2編総合評価；（財）日本総合研究所発行，平成12年1月
- 3) 横浜港ニュース；みなとみらい21・新港地区の街開きについて，平成10年10月30日
<http://www.city.yokohama.jp/me/port/news/>
- 4) SOTEC 横浜ランドマークタワーからの景観；<http://www.sotec.co.jp/Webcam/View.html>

3.5.6 まとめ

老朽化構造物として万国橋を対象とし、経済的側面からの検討を試行した。万国橋は昭和15年に鉄筋コンクリートアーチ橋として架け替えられ、昭和49年に拡幅工事がなされ、現在に至っている。社会資産の経済的価値を評価することはごく最近になって始められたものであり、一般には新設される構造物が対象となっている。将来的には、現状存在する構造物の価値の評価そして過去に建設された構造物も対象となると考えられる。そこで、本WGでは、現在提案されている評価手法を用いて、過去、現在そして将来の時間軸で社会資産である建設物を評価することを試みた。その対象として万国橋をモデルケースとした。評価ケースとしては、「建設時（架替え時）」、「拡幅時」、「将来」の3時点とし、将来については、万国橋が産業用道路橋として用いられる場合（「将来の試算1：道路橋の機能改良」と「将来の試算2：観光に特化」の2ケースについて検討を行った。検討方法は、「建設時」、「拡幅時」および「将来の試算1：道路橋の機能改良」の3ケースについては「道路投資の評価に関する指針（案）」に基づいて行った。「将来の試算2：観光に特化」については、上記の評価方法になじまないため、新たな視点を提案し、評価を行った。検討結果をまとめると以下のようなものである。

- (1) 架替え時（昭和15年竣工）は、劣化が激しく物理的な理由で架け替えが行われたという背景はあるものの、ケーススタディとして評価を行った。その結果、当時の交通量として平日総交通量125台程度で架替えによる便益が得られると試算された。
- (2) 拡幅時（昭和49年）は、拡幅工事を行ったことにより10年間で約2.6億円の便益が生じると試算され、拡幅工事を行うメリットがあったことを示している。
- (3) 将来の試算1（道路橋の機能改良）については、現行基準のB活荷重に対して設計計算上厳しい状態にあるため、耐荷力の向上を目的とした改良を実施することの有無について検討した。便益分析においては環境への影響を配慮する場合としない場合とで、その結果は異なることがわかった。環境への影響を配慮しない場合には、改良工事を行うことにより約3億円損失する結果となり、メリットはないという試算結果であった。しかし、評価期間を14年以上（今回は10年とした）とすると便益が生じる。一方、環境への影響を配慮すると、約44億円の利益を得る結果となり、機能改良工事を行うメリットは十分あるといえる。
- (4) 将来の試算2（観光橋に特化）については、万国橋の観光資源としての可能性について記述し、観光橋に特化した場合の万国橋の利用コンセプトを提案し、それらのコンセプト案に対して便益の評価を行った。その結果、万国橋およびその周辺を含めた整備を行うことにより集客効果が得られ、投資を回収できると考えられた。特に、万国橋は夜になると目立たないため、ライトアップ等を行うことにより優れた観光スポットとなると考えられる。なお、万国橋の立地条件や万国橋を管理する横浜市の将来計画を考慮した場合に、今回提案したコンセプトは参考になるものと考えられる。

3.6 万国橋の検討から見えるもの

万国橋は、建設当時の材料、施工、構造に関する技術と英知の集大成として建設されたため、約 65 年経過したにも関わらず現在も健全な状態を維持している。このため、万国橋の物理的な寿命は、打ち継ぎ目等の初期欠陥があるにも関わらず、耐久性の向上対策等の適切な維持管理が行われれば使用性及び安全性も確保でき半永久的な寿命を維持することが出来る結論となった。したがって、十分な、設計、施工及び施工管理の基で社会資本構造物を建設し重大な初期欠陥が無ければ、最小の維持管理費で半永久的な寿命となり、物理的な側面からは寿命は定まらないことを万国橋は示唆している。

万国橋そのものは開港以来関内地区との結節点に位置し、新港埠頭への交通の要衝であった。現在の新港埠頭への 4 つのアクセスルートの中でも最も歴史の古い橋である。万国橋は、戦前から 1989 年頃までは新港の海上輸送のための貨物輸送経路としての機能を果たしてきたが、保税倉庫の廃止に伴い貨物輸送経路機能を終え、観光地への経路として機能してきている。また、みらい線沿線の開通に伴い観光客等の通過地点としての機能が万国橋に求められると想定され、万国橋の維持管理費を上回る経済効果が期待できるため、万国橋の機能から考える寿命は、形態を換え半永久的であるとの結果となった。したがって、機能から見る万国橋の寿命は、使用形態の変更に伴う延命化であると考えられる。

物理的側面及び機能的側面からの検討の結果、社会資本構造物の寿命は、その構造物の機能的側面である使用目的の価値から定まると考えられる。万国橋では、耐久性の高い構造物が建設されたため海上貨物の輸送路から観光資源としての機能目的を果すことができ、機能としての延命化がなされた。

したがって、社会資本構造物の使用目的を明確にしアカウタビリチィーを得ると共に、長寿命化かつ最小の維持管理費で半永久的な寿命を実現できるような設計、施工、施工管理、維持管理を実現していく必要がある。

経済的側面からの検討においては、道路ネットワークに関する価値の計測方法として提案されている「道路投資の評価に関する指針（案）」に基づき、橋梁単独をその対象とした。経済的評価の基本的な考え方は、その事業が実施される場合と実施されない場合とについて、それぞれ費用便益を算定し、便益の増分と費用の増分を比較することにより行うものである。したがって、これから行われる事業がその対象となる。しかし、将来的には、過去に行われた事業を経済的な側面から再評価することも行われると考えられる。

本研究会で検討した万国橋は現在供用中であり、築 65 年経過した老朽化構造物であり、建設当時から現在までにその機能が変わってきており、将来もその機能が大きく変わる可能性を有している。そこで、過去から将来にわたって万国橋を経済的な側面から評価することを試みた。昭和 15 年の建設当時は、物理的な理由から架け替えられたという事情はあるが、架け替えないよりも架け替えることによりメリットが生じると試算された。また、拡幅時においてもその工事を実施したことによるメリットが得られると試算された。この 2 例を試算する際には、当時の交通事情などに関する詳細な情報が十分に入手できなかった

たため、信頼性の高い結果であるとはいえないと考えられる。過去に実施された事業を経済的な側面から評価するには、過去の時点の精度、信頼性を高めるための定量的なデータの収集、蓄積が必要となると考えられる。しかし、評価方法そのものが現在作成されており、要求に合致したデータが得られるとはかぎらないため、過去の事業を対象とした場合は適正な評価を行うことが困難であると考えられる。

一方、将来に関しては、万国橋の役割や機能が変化することを想定し、2ケースについて検討した。その結果、万国橋を交通という機能でとらえるよりも、観光に特化する機能でとらえることにより、万国橋の存在が活かされるものと考えられる。

今回行った評価方法は、事業が環境に与える影響の占める割合が非常に大きいことが明らかになった。環境面からの評価は必然的な要求であると考えられるため、現在では完全ではないが、その影響を貨幣価値で表現する方法論を構築する必要があると考えられる。

4. 「老朽化構造物」の検討課題

老朽化構造物 WG では、技術的（物理的）側面、機能的側面、経済的側面、制度設計側面の 4 側面から老朽化構造物に関する研究を行い、ケーススタディとして万国橋を取り上げた。研究の詳細は第 3 章に述べたが、研究を通して得られた知見をまとめると次の点が上げられる。

（1）物理的および機能的側面について

万国橋の検討からは、社会資本構造物が十分な設計、施工および施工管理のもとで建設され、重大な初期欠陥が無ければ、最小の維持管理費で半永久的な寿命が実現でき物理的な側面からは寿命は定まらない可能性が指摘できる。さらに機能的側面からの検討結果を加味すると、社会資本構造物の寿命は、その構造物の機能的側面である使用目的の価値から定まると考えられる。したがって、社会資本構造物の使用目的を明確にしてアカウントビリティーを得ると共に、長寿命化かつ最小の維持管理費で半永久的な寿命を実現できるような設計、施工、施工管理、維持管理を実現していく必要があり、これらに関する制度的側面の課題および技術課題を抽出し解決していくことが求められる。

（2）経済的評価方法について

1) 経済評価の必要性と方法論の構築

過去の工事を対象とした場合には、例えば、当時の交通量や時間価値原単位などの定量的なデータがないため、過去の時点にさかのぼって検討することは困難である。したがって、これから発生する事業に関しては建設時そしてある期間経過時点での評価をおこなうことが妥当な方法であると考えられる。さらに、実施した事業の事前事後の評価はその事業の妥当性を検証する上で必要なことであり、そのような方法論を構築することが必要である。また、一般性を有し、一般の国民が納得するような方法論を構築することが要求される。

2) 非市場価値の評価

観光に特化した場合には、非市場価値の評価について検討する必要がある。今回の万国橋の検討では実施できなかったが、「道路投資の評価に関する指針（案）」に示されている非市場価値評価方法を用いて対象構造物を評価することにより、今回提案したコンセプトの妥当性が評価されると考えられる。

3) 環境側面の評価方法、具体的な定量化の方法の再検討

事業が環境に及ぼす影響は、環境アセスメントの評価として実際に実施されている。それと併行して、環境のさまざまな要因を定量的に評価し、貨幣価値というわかりやすい形で示すことが必要である。

(3) 社会資産（資本）に関して

- 1) 老朽化構造物 WG では、社会資本の経済的評価について、そのほんの一部に触れたにすぎない。しかし本来であれば、評価方法を検討する前に社会資本とは何か、社会基盤とはどうあるべきか、に関する議論を行う必要あると考えられる。評価手法は一つのツールにすぎないからである。一般の公共構造物は、国民の社会生活のレベルを一律に満足させるために構築されており、事業として成立するかどうかという視点で構築されているものではない。整備すべき社会生活のレベルがどの程度であるかという「ものさし」がない現状では、何をもって社会基盤が整備されたといえるかわからない。したがって、まず整備すべき社会生活のあるべき姿を構築し、そのために必要な社会基盤を整えることを第一に行うべきであろう。
- 2) 社会資本となる公共事業の資産価値の評価方法が科学的に妥当であることを証明することが必要と考えられる。また評価方法が社会的に受け入れられる方法であることを検証する必要がある、この両者について検討することが第一の課題となる。次に上記のことが照査できていることを前提として、事業が最終的に採算性の基準を満たしている場合には、その事業は純粹に民間事業として成立することが証明されたことになるため、公共事業の対象から除かれる。このような民間事業として成立する事業はまれである。公共事業として行うべき事業は、採算性を満足することができないが、住民の社会的生活を満足させることに視点が置かれており、社会的便益がプラスとなるものであると考えられる。この点に関する社会的コンセンサスを構築することが必要と考えられる。

5. まとめ

我が国は、戦後約 50 年の間に、他国に類を見ない程の急速な経済的発展を成し遂げ、社会資本も充実した。当時は、環境に対する配慮も少なく経済的成長を命題として「スクラップアンドビルド」を基本とした社会資本整備を行っていたが、現在では環境配慮が命題となり「ストックアンドリノベーション」の時代に突入していることは、誰もが疑わない事実である。万国橋を対象とした検討結果からも分かるように、適切に設計、施工、施工管理がなされた構造物は、特殊な構造物、環境作用等を除き、最小の維持管理費用で半永久的に物理的な寿命を確保することが可能である。環境負荷を低減するためには、単純に社会のニーズに即した社会資本整備を実施するのではなく、社会のニーズに即した老朽化構造物の機能変化による社会資本の充実を目指すことが必要となる（無論、社会資本の充実の全てが老朽化構造物の機能変化に依るものではない）。4 章に述べたように、社会資本施設は国民が求める社会生活のレベルに応じるものであり、最もベーシックな部分（ライフライン）を除いて時代と共に変化する可能性がある。我々が第一に成すべきことは、国民が求める社会生活レベルを明確にし、そのレベルに即した社会資本施設の充実を実現することにある。経済、社会情勢等が不安定な状況下では、有能な指導者の下で国民全体が一つの方向に向かっていく、官主導型の社会資本整備が有効な手段であるといえるが、地域の特殊性が多様化し、国民のニーズも多様化しているような現代においては、これまでの方法論を白紙に戻すことも必要である。この意味においては、地方分権を目指している「小さな政府」は現代の社会ニーズに即したものであるといえるが、このような議論は財政的側面の議論が主であり、国民のニーズに主眼をおいた議論が希薄になっていると感じる。繰り返しになるが、早急に国民のニーズを把握し、ニーズに即した社会資本整備が実現可能な枠組みを構築することが重要である。

現在、公共事業において費用対効果分析に基づいた事業評価を実施しているが、素人考えで言えば、費用対効果が 1 を超える公共事業があつてよいのか？と思う。無論、定量的評価が難しい社会的便益を適切に考慮していれば、費用対効果が 1 を超える可能性はある。しかし、現実的に社会的便益を公正、公平に定量表現することは不可能であると考えられる。であれば、事業の実施の是非は国民のニーズにのみ依存するシステムとし、事業を公共事業 or 民間事業とするか、目的の実現手段の評価などを、環境評価を考慮した費用対効果で分析することが望ましいと考えられる。このとき、その分析方法は、社会的便益などに代表されるサービスを受ける個々人に応じて変化してしまう様な曖昧な部分は含まずに、可能な限り科学的に妥当なもので構成されていることが望ましい。

最後に、老朽化構造物 WG では、「物理的側面」、「機能的側面」、「経済的側面」の 3 つの側面からの検討を踏まえ、「制度的側面」の構築を目指したが、4 章でも記述したように現時点での検討課題が残っており、最終的な目的を達成できなかった。今後さらなる検討を進め、総合的なアセットマネジメントの有るべき姿を検討していきたいと考えている。

6. 活動経過

本年度の老朽化構造物 WG の活動経過を以下に記す。

(1) フォーラム

老朽化構造物フォーラム「ストック・アンド・メンテナンス時代のマネジメント」

日時：2003年5月14日（水）13：00～17：30

場所：東大生研 第5会議室

講師および演題：

- ① 上田孝行氏（東京工業大学）「代表的な維持更新戦略とインフラの経済価値」
- ② 渡邊茂氏（国土交通省）「更新時代への対応」
- ③ 堀田昌英氏（東京大学）「温情主義的合意形成論の功罪」

(2) 講演会

「道路の資産評価と便益について」

日時：2003年12月2日（水）17：30～19：00

場所：東大生研 Bw601号室

講師：串戸均氏（首都高速道路公団）

(3) WG 全体会

第4回 WG

日時：2003年4月16日（火）13：00～15：10

場所：東大生研 Cw205号室

議題：

- ・ 前回（第3回）WG 議事録の確認
- ・ RC39 幹事会(4/10)報告
- ・ 平成14年度活動報告書について
- ・ 老朽化構造物 WG の平成15年度予算案について
- ・ 老朽化構造物フォーラムについて
- ・ モニタリング WG からの報告

第5回 WG

日時：2003年5月26日（月）10：00～12：15

場所：東大生研 Cw205号室

議題：

- ・ 第1回老朽化構造物ワーキングフォーラム議事録の確認
- ・ 同フォーラムを踏まえた、今後のWGの進め方について

- ・ 「寿命設定の構成要素」の概念について

第6回 WG

日時：2003年6月23日（月）10：00～12：00

場所：東大生研 Cw205号室

議題：

- ・ 第5回老朽化構造物 WG 議事録の確認
- ・ SWG1 活動報告（収集文献について）
- ・ SWG2 活動報告（各検討側面の構成要素ツリーについて、ケーススタディ対象構造物「万国橋」について）

第7回 WG

日時：2003年7月22日（火）10：00～12：00

場所：東大生研 Bw601号室

議題：

- ・ 第6回老朽化構造物 WG 議事録の確認
- ・ 万国橋現地視察状況について
- ・ SWG1 活動報告（万国橋に関する検討内容について）
- ・ SWG2 活動報告（万国橋に関する検討内容について）
- ・ 建築系の検討について
- ・ 第2回老朽化構造物フォーラムについて

第8回 WG

日時：2003年9月12日（木）15：00～17：00

場所：東大生研 Bw601号室

議題：

- ・ 前回（第7回）WG 議事録の確認
- ・ SWG1 の活動について
- ・ SWG2 の活動について
- ・ 老朽化構造物 WG の今後のスケジュールについて
- ・ 第2回老朽化フォーラムについて
- ・ RC-39 全体会（10/7）の持ち方について

第9回 WG

日時：2003年9月30日（木）15：00～17：00

場所：東大生研 Bw601号室

議題：

- ・ 前回（第 8 回）WG 議事録の確認
- ・ SWG1 の活動について（万国橋を対象とした資産価値の算出）
- ・ SWG2 の活動について（万国橋を対象とした余寿命推定，各種資料収集）
- ・ 第 2 回老朽化フォーラムについて
- ・ RC-39 全体会（10/7）の持ち方について

第 10 回 WG

日時：2003 年 11 月 7 日（金）13：30～17：30

場所：東大生研 センター所長室

議題：

- ・ 前回（第 9 回）WG 議事録の確認
- ・ 費用便益の算定について
- ・ 「寿命」の検討について
- ・ 使用性について
- ・ 万国橋の追加資料入手について

第 11 回 WG

日時：2004 年 2 月 5 日（木）15：00～17：00

場所：東大生研 センター所長室

議題：

- ・ SWG1（経済的側面）の活動報告
- ・ SWG2（機能的側面）の活動報告
- ・ 平成 15 年度活動報告書原稿の確認
- ・ 老朽化構造物の検討課題について

（4）SWG1（経済的側面）

第 1 回 SWG

日時：2003 年 6 月 2 日（月）13：00～15：00

場所：東大生研 ICUS センター長室

議題：

- ・ SWG1 の検討方針について（フリーディスカッション）

第 2 回 SWG

日時：2003 年 6 月 20 日（月）13：00～15：00

場所：東大生研 Cw205 号室

議題：

- ・ SWG1 の検討方法について
- ・ 経済的価値について
- ・ 具体的検討対象構造物について

第3回 SWG（SWG2 と合同）

日時：2003年7月8日（火）13：00～17：00

場所：横浜「万国橋」、基礎地盤コンサルタント横浜支店会議室

議題：

- ・ 万国橋現地視察
- ・ 万国橋の検討課題について

第4回 SWG

日時：2003年9月4日（月）9：30～12：15

場所：清水建設（株）技術研究所 21号会議室

議題：

- ・ SWG1（経済的側面）の検討方針
- ・ SWG1（経済的側面）の検討方法

第5回 SWG

日時：2003年9月19日（金）9：30～12：15

場所：清水建設（株）技術研究所 プレールーム

議題：

- ・ SWG1（経済的側面）の検討方針
- ・ SWG1（経済的側面）の作業内容と分担
- ・ SWG2（機能的側面）への依頼事項
- ・ SWG1 の工程

第6回 SWG

日時：2003年9月30日（火）13：00～15：00

場所：東大生研 ICUS センター長室

議題：

- ・ 資産算定の方法・便益帰着関連表について
- ・ 便益計測について
- ・ 万国橋周辺の変遷について
- ・ SWG2 への作業依頼について

第7回 SWG

日時：2003年10月21日（火）9：30～12：00

場所：清水建設（株）技術研究所 21号会議室

議題：

- ・ 金の価格推移について
- ・ 万国橋の現在価値について
- ・ 時間価値原単位について

第8回 SWG（拡大 SWG）

（第10回 WGとして SWG2と合同開催，11月7日）

第9回 SWG

日時：2003年12月12日（金）14：30～17：00

場所：清水建設（株）技術研究所 21号会議室

議題：

- ・ 平成15年度活動報告書目次案について
- ・ 万国橋架替時のコスト試算について
- ・ 時間原単位等の計算方法について
- ・ 検討に必要な追加資料の入手について

第10回 SWG

日時：2003年1月14日（金）14：00～17：00

場所：清水建設（株）技術研究所 21号会議室

議題：

- ・ 横浜港の沿革について
- ・ 万国橋架替時のコスト試算について
- ・ 万国橋拡幅時のコスト試算について
- ・ 今後のスケジュールについて

第11回 SWG

日時：2003年2月18日（水）10：00～12：00

場所：清水建設（株）技術研究所 21号会議室

議題：

- ・ 報告書原稿の内容確認
- ・ 老朽化構造物の検討課題について

(5) SWG2 (機能的側面)

第1回 SWG

日時：2003年6月2日(月) 13:00～15:00

場所：千代田コンサルタント会議室

議題：

- ・ SWG2の検討方針について(フリーディスカッション)
- ・ 各検討側面の寿命構成要素のツリーについて

第2回 SWG

日時：2003年6月20日(月) 13:00～15:00

場所：東大生研 Cw205号室

議題：

- ・ ケーススタディ対象構造物について
- ・ 寿命推定要素ツリーについて

第3回 SWG (SWG1と合同)

日時：2003年7月8日(火) 13:00～17:00

場所：横浜「万国橋」、基礎地盤コンサルタント横浜支店会議室

議題：

- ・ 万国橋現地視察
- ・ 万国橋の検討課題について

第4回 SWG

日時：2003年9月4日(木) 13:30～15:00

場所：千代田コンサルタント 2F会議室

議題：

- ・ SWG2(機能的側面)の検討方針について
- ・ SWG2(機能的側面)の検討方法(万国橋の余寿命推定)について

第5回 SWG

日時：2003年9月17日(水) 14:00～16:00

場所：千代田コンサルタント 会議室

議題：

- ・ SWG2(機能的側面)の検討方針
- ・ 具体的検討内容と分担
- ・ SWG2の工程

第6回 SWG

日時：2003年9月30日（火）13：00～15：00

場所：東大生研 ICUS センター長室ブース

議題：

- ・ 万国橋の余寿命検討について
- ・ 万国橋の交通量調査について
- ・ 万国橋に関連する資料収集について

第7回 SWG（拡大 SWG）

（第10回 WG として SWG1 と合同開催，11月7日）

第8回 SWG

日時：2004年2月2日（月）15：00～17：00

場所：千代田コンサルタント2階会議室

議題：

- ・ 平成15年度活動報告書の目次・構成について
- ・ 万国橋の寿命について
- ・ 今後のスケジュールについて

第9回 SWG

日時：2003年2月19日（木）17：00～19：00

場所：千代田コンサルタント2階会議室

議題：

- ・ 報告書原稿の内容確認
- ・ 老朽化構造物の検討課題について

謝辞

老朽化構造物フォーラムでは、東京工業大学大学院上田孝行助教授、東京大学大学院堀田昌英助教授、国土交通省道路局渡邊茂課長補佐の 3 人の講師から多くの示唆に富む講演と貴重な意見を頂戴した。また首都高速道路公団の串戸均には道路の資産評価と便益に関する講演とその後にディスカッションを通して、WG 委員を大いに啓蒙して頂いた。

万国橋の検討に際しては、横浜市港湾局港湾整備事務所の佐々木保明所長、大日本コンサルタント株式会社東京支社横浜事務所の天野重一所長ならびに関係各位から、貴重な資料の提供をはじめ多大な協力を頂いた。

ここに記して謝意を表します。

老朽化構造物ワーキングフォーラム 議事録
「ストック・アンド・メンテナンス時代のマネージメント」

日 時 平成 15 年 5 月 14 日 13:00～17:10

場 所 東京大学生産研究所 第五会議室

議事次第

(総合司会 目黒先生)

1. 開会 魚本教授
2. 講演者の紹介
3. 講演 1 「代表的な維持更新戦略とインフラの経済価値」
東京工業大学 上田 孝行 先生
4. 講演 2 「更新時代への対応」
国土交通省 渡邊 茂 氏
5. 講演 3 「温情主義的合意形成論の功罪」
東京大学 堀田 昌英 先生
(休憩)
6. パネルディスカッション
 - (1) 話題提供 サステナブル構造システム研究委員会の概要 (加藤先生)
 - (2) 話題提供 老朽化構造物WGの研究課題 (柴委員)
 - (3) フリーディスカッション
(主題 1) 社会資本の寿命、更新時期を決定するに当たっての経済的側面について
--合理的な投資とは--
(主題 2) 社会資本の寿命、更新時期を決定するに当たっての機能的側面について
--社会資本の目的--
(主題 3) 社会資本の持続的な使用を可能とする制度的側面について
--合意形成--
 - (4) まとめ (加藤先生)

司会 魚本教授
パネリスト 上田先生
堀田先生
渡邊 氏
目黒先生
加藤先生
肥田委員

記録：和田、佐藤

3. 講演1 「代表的な維持更新戦略とインフラの経済価値」(上田 孝行先生)

本講演では、「エンジニアリングとエコノミーでの維持管理の考え方が異なる」現状を踏まえ、「インフラストラクチャマネジメント(IM)」における維持管理の概念が示された。

日本においては、インフラストラクチャに対するマネジメントの適用がなされておらず、エンジニアリングエコノミーにおける工業製品の寿命の概念に対する論点の欠如と定義の曖昧さが、インフラストラクチャに対するライフサイクル評価が適切に行われない要因であると説明があった。

IM に関する手法として、構想から廃棄・更新に至るプロジェクトライフ間における費用便益分析と、出力される最適な維持・更新の戦略の関係、確立制御問題を用いたルール(IMの基本モデル)の説明がなされた。インフラストラクチャの社会的資産価値を適切に評価し、価値を最大にするマネジメントの提案がなされた。

講演後の質疑応答は以下のとおりである。

Q：社会的便益の定量的な評価手法はどのようなものか。

A：道路を例にすると、移動時間の短縮による資源の誕生、環境、騒音の低減などが挙げられる。指標として測れるものは多数ある。

Q：ルールは固定なものなのかどうか。補強方法の種別や技術レベル向上によるコスト構造の反映はおこなわれないのか。何をルールとして評価すればよいのか。

A：ルールは見直しによって改善する必要がある。

Q：IMのモデルにおけるルールの更新は、数学的に可能かどうか。

A：ルールの更新については難しいが、現状の固定ルールは数学化が可能である。

4. 講演2 「更新時代への対応」(渡邊 茂氏)

本講演は、国土交通省内で更新時代における道路政策をどのように展開しようとしているのか模索している現状を紹介するものであった。

日本の道路構造物のストックの現状に対し、先に更新時代を迎えた米国の例を交えながらの説明があり、更新時代の課題として、「更新費用の増大と集中」、「社会的影響の大きい補修・更新工事」、「更新時期を早める重量違反車両」が挙げられ、これらに対する政策のポイントが述べられた。また、橋梁を例にした政策の考え方が示された。

道路構造物の資産管理に対しては、データベースを活用したマネジメントとアセットマネジメントを導入した点検、道路維持管理の考え方が紹介された。今後の技術課題としては、LCCを低減する設計・施工技術、高精度で効率的な点検・記録技術、精度の高い評価・予測技術、効果的な補修・更新技術が挙げられた。

講演後の質疑応答は以下のとおりである。

Q：ライフサイクルにおける健全度の指標はなにか。

A：点検要領に基づいて早急な対応が必要かどうかでランク付けした結果である。定量的な評価は難しく、点検結果の分析費用は大きなものと予想される。補修・更新費用の

試算は、今までの実績をもとに評価している。

Q：健全度を補修によって復活させるイメージだが、補修によって便益をさらに上乗せするようなことは考えているのか。例えば、耐震性の向上など。

A：便益の上乗せは更新のイメージで捉えている。補修は広義のグレードアップで、便益の上乗せとの直接性は薄い。現状では耐震性の向上が優先的に実施されており、その結果が補修になっていると考えている。

5. 講演3 「温情主義的合意形成論の功罪」(堀田 昌英先生)

本講演は、合意形成の良し悪し・価値・合意とはなにかといった論点をもとに、意思決定支援システムの手法を紹介するものであった。

コミュニケーション的合意主義、多元主義、Radical Plural Democracy といった社会的合意の考え方が紹介され、3つの合意形成観(温情主義的・コミュニケーション的・多元主義的)が述べられた。これらを意思決定支援に活用する際にそれぞれを根拠、知識、議論といった社会的問題の情報として捉える考え方が示された。

意思決定支援システムは、「川辺川ダムを考える住民討論集会」を題材に紹介され、政策議論をツリー状に整理し、価値規範と事実認識に分類することで、異なる価値規範、合意しつつある選択肢などを抽出するプロセスが紹介された。

講演後の質疑応答は以下のとおりである。

Q：コミュニケーション的合意形成観において、それぞれの専門家の知識・経験・情報に多元性があるのではないか。

A：手続的多元性に重きはない。理想的なコミュニケーション的合意形成観では、いい合意があると仮定する。

Q：議事録からのツリー作成は、意思決定支援システムにおいて自動化されているのか。

A：試みは行っているが、納得いくものにはなっていない。

Q：ツリーの分類は誰がどのようにおこなうのか。ツリーの各項目(子)がクロスする(複数の親を持つ)ことはあるのか。

A：ツリーの分類は、議事録から人が判断しておこなう。

A：話題の時系列グラフは、指標の定義によって収束する場合もある。命題の話題が時系列で見てどの時点まで話されていたかが分かる。例として”朝日新聞「窓」建設省のウソに関する建設省と朝日新聞の往復書簡”。

6. パネルディスカッション

(1) 話題提供 サステナブル構造システム研究委員会の概要 (加藤先生)

加藤先生より、以下の活動内容の説明があった。

「昨今のインフラストラクチャの劣化と維持管理問題、地震・洪水災害、環境問題といった課題を克服し、サステナブルな社会基盤整備のあり方の提言を目的としてICUS、民間16

社で活動中」

(2) 話題提供 老朽化構造物 WG の研究課題 (柴主査)

老朽化構造物 WG の活動内容として以下の説明があった。

背景：インフラストラクチャの寿命とストック&メンテナンス時代

機能・耐力にかかわらず、構造物が更新されている

機能不全の構造物が供用されている

目的：インフラストラクチャは合理的・計画的に運営されているのかどうか、課題を抽出、検討し、方策を提言する。

研究内容：老朽化構造物に関して、技術的・経済的・機能的・制度設計的な4つの側面から検討をおこなう。

(3) フリーディスカッション (主な発言)

- ・ 我々に何ができるのか、何が持続可能なのかについて議論していただきたい。1つ目の話題として経済的側面について合意的な投資とは、2つ目の話題として機能的側面について社会資本の目的、3つ目の話題として制度的側面について合意形成の問題、についてご討論いただきたい。
- ・ (土木構造物の) 維持管理の問題の背景には、公共施設の便益は誰のものなのか、誰が税金を払っているのかなど、公共施設では税金の使われ方に一般の関心が薄く、税の使われ方に積極的な意見がない。維持管理のあり方に関して、税金を払っている意識の有無で考えが異なってくるのではないだろうか。誰にとっての便益かは今後の議論の上で重要である。
- ・ 一般の人は、土木構造物の便益を量、生活レベルで捉えられない。専門家(国土交通省)は便益が判るが、住民にとっては曖昧であると思う。道路に関して、利害者別(地主、住民、企業など)の便益の分析をおこなった例がある(米国の PFI、鉄道と不動産)。耐震に関する便益は、見えるものがないため、一般には受益者意識が薄く、税を払う必要性を理解できないと思う。
- ・ 税金を払っているという認識があれば、世間の無駄と言われるものは減るのではないか。
- ・ 源泉徴収制度のため、税金を払っている認識が持ちにくい。
- ・ 税の使われ方を見せる仕組みがないと合意形成の土俵につけない気がする。
- ・ 道路に関しては、合意形成が無いために、認識が議論されるのではないだろうか。
- ・ 費用便益分析は、合理性を示すものの一つになる。
- ・ 官、民、国、地方それぞれに便益の帰着先がある。現在の道路公団の赤字に対して、社会全体では経済効果があった。また、地方別でも経済効果は違い、地域別に補助金の出費率を決定する必要があったが、客観的、科学的な同尺度の手法でなければ、各地域の合意形成は得られない。日本には客観的なシステムがなく、情緒的に処理してきた。経

経済学者の立場では、良い合意形成を得るために正しい推論で数値を表す必要がある。数値の徹底検討の後、情緒的な結論に至るのなら仕方がない。

- ・ 定量的な数値であれば、税金を払っているという認識があり、真剣な議論になる。
- ・ 定量的な数値でもって合意形成や意思決定が決まらない場合、他に合理的な考えがあれば、啓蒙活動または、社会的プロセスによって合意形成が得られるのだろうか。

(無知・無能の問題)

- ・ 耐震補強の場合、知らないからやらない(無知)に対しては、情報提供で適切な判断ができる。無能に知識を普及させる方法はないと思う。無能を社会で認めると社会的保護が必要である。地震の確率など理解できなくなる(無能となる)ため、情報提供には限界がある。
- ・ コミュニケーションで無能は解決しないが、無能に対して何らかの解決策は必要である。理論的な数値ベースでも意思決定は誰かがおこなう。この辺が論点ではないか
- ・ 意思決定の一例として、米国のある橋では、ピークセンサーによって前日との差異があれば、通行者に認識させ、渡るかどうかを通行者に判断させるシステムがある。
- ・ 日本人には個人による判断・行動が少ない。
- ・ フォーラムの目的である構造物の耐用年数の決定根拠は何なのか。
- ・ インフラストラクチャの価値は、事業者の立場だけでなく機能や美観・景観を含む経済的な価値である。国民が認める価値(機能的側面は経済的側面に含まれる)をすべてお金に換算して、モデルで適切な構造物の維持管理を定義できる。寿命は社会にとって、経済価値が最大になることで決まる。必ずしも、無条件で長寿命化が良いわけではない。費用便益分析による判定が必要である。
- ・ 資産の判定方法はどのようなものか。
- ・ 道路なら移動時間の短縮、ダムなら人命、機能が挙げられる。
- ・ 同機能を持つ新しい橋と古い橋で、資産価値は異なるのか。
- ・ 機能が同じなら資産価値は同じである(時価評価)。民間会計であれば、高コストは高資産となる。インフラストラクチャには中古市場がない。価値は社会的便益で算出され、対象によっても計算方法は変わる(堤防→安全性の向上)。
- ・ 本WGでの寿命は、更新時と考えている。
- ・ 実際のインフラストラクチャの寿命は分からない。日本の道路構造物はまだ新しいといえる。落橋、老朽化の経験が無く、未知な状態のため、寿命は目立たず実害も少ない。寿命といった場合、構造令が変わり、既存不適格で建て替えになる。
- ・ 日本の技術者は、性能と予算で構造物を造ってきた。クレームの原因は、将来の性能を読み切っていなかったためである。新しい性能を与えないと機能を全うできない点で費用便益分析はクリアーである。想定した機能と社会的要求が一致せず、使えるかもしれないが建設しなおす場合がある。寿命をきっちりさせるべきである。
- ・ 強度の機能は解決してきたが、利便性などは変化し陳腐化する。景観など要求レベルが

上がってきたといえる。

- ・ 経済・社会の変化を考慮すると、求められる機能が変化する。機能の陳腐化は早いですが、10年と100年の予測では、レベルがことなり物理的な面だけで解決できない。
- ・ 変化する境界条件が重要である。
- ・ 構造物に設計条件を記載するといいかも。明記すると使用者は不安になるが。
- ・ 経済や社会の変化の予測をしっかりとやるべき。構造物に限界を示すなど、不安があれば維持管理はしっかりと。土木技術者は先行投資でものを造ってきた。デマンドを理解せずにサプライしてきたが、今後はデマンドの予測が必要である。先行投資的な考えは必要とされないが、事業を中止して渴望感を社会に持たせるのも一つの手ではないか。
- ・ 不安要因を一般に理解してもらえば、渋滞の発生するような工事も理解が得られるのではないだろうか。
- ・ 今までは工事箇所の住民にのみ工事の説明があった。通行者は考慮されてこなかった。最近の道路公団では、通行者への周知徹底がなされており、合意形成の一つではないだろうか。
- ・ 将来を見越しての建設では、どのようなプロセスが必要なのか。
- ・ 将来予測がしっかりしていれば、暫定の計画で予算はつく。
- ・ 駅やICは、地元が費用を負担している。ディズニーランドも地元の利益につながれば、地元がインフラストラクチャの費用負担をしてもよいのではないか。
- ・ 制度設計では、合意形成を制約条件にする必要は無い。全員が合意することは無く、制度が決まる過程は合意でなくてもよい。
- ・ 例えば道路を作る場合、損のある人たちへの保証はあるのか。
- ・ 環境負荷に対する保証はある。経済的な保証制度は無い。費用便益分析では、個別プロジェクトでの損の保証は無いが、負の便益も含めて計算する。個別プロジェクトでの損の因果関係は計算できる。市町村レベルで比較すると、損得の差が大きい。
- ・ 事業前後の評価の比較例はあるのか。
- ・ 戦後40年の道路公団は150兆円の社会的便益があった。
- ・ 現在のインフラストラクチャの更新は合理的なのか。問題点はなにか。
- ・ 現時点ではできない。全体を評価するのに個別の情報が不足している。点検補修の履歴がないと判断は難しい。

(4) まとめ 加藤先生

- ・ インフラストラクチャの資産価値：中古市場が無い。民間とは異なる。
- ・ 機能、寿命：機能は変動する→対応して設計・管理が必要
→機能、寿命を明確化することで機能、寿命の評価が可能
- ・ 合意形成：解決策は今後まとめていく必要がある。

—以上—

講演会「道路の資産評価と便益について」議事録

1. 日時：2003年12月2日（水）17：30～19：00
 2. 場所：東大生研 Bw601 号室
 3. 講師：串戸 均氏（首都高速道路公団）
-

○講師串戸氏のご略歴

- ・ 現所属：企画調整室企画担当調査役付業務改善班長。
- ・ 経歴：平成3年入社、平成9年に国土庁出向、現在、コスト削減、業務改善等を担当
土木学会建設マネジメント委員会委員

○首都高速道路の概要（現在、施工・計画中の改良工事等について）

- ・ 首都高速道路公団は、頂いた料金で維持・管理・建設を進めている特殊法人。
- ・ 現在、走行延長は281kmで、東京料金所、埼玉(大宮)料金所、神奈川料金所にETCを導入する料金制度を検討中。
- ・ 今後、延長313kmまでの建設を具体化しようとしており、品川線をと中央環状線に加え、東京の山の手通りの地下を走る一つの環状線として建設を計画している。
- ・ 建設中路線の開通時期は、東京都内；平成18年度、神奈川道路線；平成23年頃予定。

○資産計上する上で高速道路の価値の考え方

- ・ 価値というのは非常に難しい考え方。如何ようにでも取れるものであり、効果の価値と使用価値の2つの要因が影響する。
- ・ これを貨幣としてどう置き換えて表現していくか、これが価格設定のもととなっているといっても過言ではなく、資産評価においても同様なことが言える。

○会計学における費用便益の評価に係わる主だった項目についての概略説明

- ・ 高速道路の価値（資産）については、その資産評価は企業会計原則で(通常企業がやっているのと同じように)行っている。
- ・ 企業会計との違いは、道路では減価償却をたてない形で評価していることである。企業会計の中に道路という項目はないため、こういった形で対処している。資産については取得金額をそのまま用いるという形になっている。
- ・ この理由は、公団は営利企業として利益を出す企業ではなく、減価償却を入れて資産を評価すると、損益のほうで利益という形で出てきて、資産重視というよりも損益評価法となり、おかしくなること。また、道路は最終的には無料(公のもの)になるもので、借金返済が終わったら返却されるため（首都高速道路は地方道であるので、東京都もしくは横浜市、埼玉県のものになる）、こういったものについて減価償却をかけるのは如何なものかということが議論としてあった。
- ・ 一方、昨今の論議のなかで、4公団（JH、首都高速、阪神高速、本四）は、民営化（17年度）を目指して作業中であり、公団会計の中に減価償却がないのはおかしいという指

摘を踏まえて、平成 14 年度に通常企業並の基準で財務諸表資料を作成した。

- ・ それによれば首都高速の資産額は 7 兆円程度であるが、算出方法によってその額は異なっていた。取得原価方式では 5 兆 7000 億、再調達原価（現時点で今の資産を再調達するといくらになるかという）では 6 兆 1000 億となっている。
- ・ このように、算出結果は減価償却への入れ方、もしくは財務諸表の資産の捉え方によってかなり変動する。

その他、

- ・ 会計学上の資産が、流動資産、固定資産（土地、建物）、述べ勘定（棚卸資産など）から構成され、その評価は、現在・過去・将来の各時点で以下の項目に対して行う。
 - ・ 過去：取得原価
 - ・ 現在：（壊してもう一回同程度のものを作り直す）再調達原価
（その資産を売ったら）売却市価
 - ・ 将来：（どれくらいの価値をもっているのか）割引原価・収益還元方式
- ここで、
 - ・ 再調達原価：過去との連続性が切れてしまうため事前の法則、どうしても取得原価方式が出来ないときには再調達原価を使ってよいことになっている。
 - ・ 売却市価：完全に倒産した際、
 - ・ 割引原価：将来における投資を決定するとき、今ある資産をどうするか、その会社を売却するときに評価決定していくとき割引原価方式を使用。
- ・ また、資産評価にあたっては、減価償却が重要である。減価償却とは、一定の対応期間、一定割合、一定額、資産価値が減少すると仮定して、有効年数が終わったら廃棄されると仮定して費用を積んでいくものである。
- ・ これは定額法や定率法で評価され、たとえば定額法なら 50 年間だったら 1/50 ずつ、定率法では 1/50 パーセントずつ減価償却を行う。
- ・ 定額法や定率法を採用決定は、企業の戦略によって行うものである。定率法は償却開始年度の償却額が大きいと、税金対策として最初に多く払うと税金を余計に払う必要がない（また償却後年には修繕費が発生し費用がかさむことより、当初に多く払うことを選択し、後で修繕費を補填されると思われる）。定額法は毎年一定の費用を払っていくことになる。
- ・ アメリカでは、レーガン政権にて、定率法の償却額を大きくして企業の投資意欲を高めたと、戦略的に使われた。今回の構造改革でもそれを取り入れ、企業の投資意欲を高めるべきだとの議論がある。

（質疑応答）

○費用便益とは

- ・ 費用便益：ある目的を達成するための代替案についてそれが生み出す便益とそれに要する費用を評価して一定の判断価格基準で対峙する事によって、代替案の回避・決定、優先順位をつけたりする場合に用いる。あくまでも優先順位をつけるもので絶対額ではない。本来、便益を付けたとき金が貰えるものではなく、相対的な使い方しか出来ないものである。
- ・ ここで、注意が必要なところは、「何に対してなのか」ということである。「交通事故死で一兆円の損益」といった報告があるが、何を基準にしているかを示す必要がある。ただし、相対的費用のため、大きく出せて世間的にはインパクトがある。

○ 公的機関が投資決定を行う際に使われる、費用便益分析の留意点は？

- ・ 以下の3点が大きくかわかる道路の費用便益については全てを容易に貨幣換算できない。
 - ・ 膨らまし方（どの程度のどの範囲を費用や便益に含めることができるか）
 - ・ 2時点間の費用や便益現在費用に直す（割引率） ことによりかなり変わってくる
 - ・ 貨幣化できない（代表的な評価基準をどうするか）
- ・ 貨幣換算に当たっては、いろいろな論議がある。
 - ・ 実際道路の便益には、以下のようなものがある。
 - ・ 事業効果（経済効果）：道路投資をすれば経済的效果はどれくらいあるか
 - ・ 施設効果（便益）：直接効果と間接効果に分けられ、環境便益、走行時間短縮、走行距離短縮便益、交通事故現象便益、環境便益、都市開発便益 など
 - ・ 交通以外の目的に使われる効果：道路を拡幅によってどのような効果があるか
 - ・ 費用分析マニュアル(案)：1998年建設省から提出され、2003年8月には正式なものになったが、かなり簡素化された。
 - ・ これは便益の安定化の難しさを物語っていると思われる。走行時間短縮便益、走行経費減少便益、交通事故減少便益の3点で評価している。
 - ・ これに対して、便益機能マニュアルを作るにあたって意見照会を依頼したところ、地方からこれでは少なすぎるとの声があり、具体的には環境面 NOx など現象による便益も含まれるのではないかと思われる。
 - ・ また、豪雪地帯では道路投資は特殊であり、勾配率を調整しているためこういうものも便益として捕らえてもいいのではないかと地方から意見があったが、委員会では却下されたようだ。
 - ・ 環境面の評価は出来るが、景観とか歴史的な位置付け、文化的なものは馴染めないではないかという事で反論は出されていないようだ。
 - ・ 参考として他国（ドイツ、ニュージーランド、英国、米国、日本の5カ国を比較）では企業便益の貨幣化として、一番多いのがドイツ・ニュージーランドで走行解析、路面解析、環境面、住民の交流機会の拡大などが含まれている。

－以上－

東京大学 生産技術研究所
都市基盤安全工学国際研究センター
〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1
<http://icus.iis.u-tokyo.ac.jp/>
E-mail: icus@iis.u-tokyo.ac.jp

Tel: (+81-3)5452-6472

Fax: (+81-3)5452-6476