

港湾技研資料

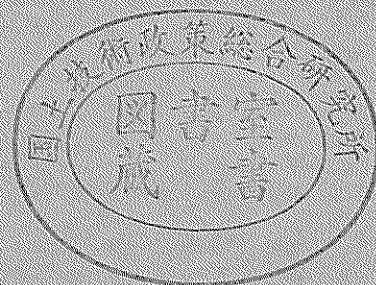
TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 671 June 1990

港湾における橋梁の維持管理について

安 間 清
森 田 博 史

運輸省港湾技術研究所



目 次

要 旨	3
1. まえがき	3
2. 維持管理の概念	3
3. 臨海部の橋梁の劣化実態	4
3. 1 劣化実態調査	4
3. 2 橋梁の劣化実態	5
4. 維持管理の手順	15
4. 1 他機関の維持管理の手順	15
4. 2 港湾の橋梁の維持管理の手順	15
5. 変状の点検	17
5. 1 点検システム	17
5. 2 巡回点検	18
5. 3 定期点検	19
5. 4 異常時点検	22
6. 変状の評価	23
6. 1 評価の観点	23
6. 2 補修の必要性の判定	24
6. 3 補修の緊急度の判定と補修方針	25
7. 補修の基本的考え方	33
8. あとがき	33
参考文献	34
付録	35
A 実態調査票様式	35
B 補修事例	45

Investigation for Maintenance Technology of Port and Coastal Bridges

Kiyoshi AMMA *

Hirohumi MORITA **

Synopsis

It is often observed that bridges located in port area are damaged by undesirable impacts resulting from severe natural conditions. In order to keep the function of the facilities in good condition, it is important to maintain the facilities effectively.

From this point of view, the investigation for the maintenance technology of port and coastal bridges has been done, considering the characteristics of deterioration of the bridges and the causes as well. The contents of this paper is the reference materials for the engineers who inspect, evaluate and repair the bridges.

Key Words : Bridge, Deterioration, Maintenance, Repair

* Ex-Chief of Design and Construction Technology Laboratory,
Planning and Design Standard Division

** Member of the Design and Construction Technology Laboratory,
Planning and Design Standard Division

港湾における橋梁の維持管理について

安間 清 *
森田 博史 **

要 旨

港湾分野で架設された橋梁は、昭和62年度までに350橋におよんでおり、今後も長大橋を含め数多くの橋梁の建設が予定されている。これらの橋梁のなかには建設後すでにかなりの年数を経過したものもあり、さらに施設の蓄積が進んでくると、これらの橋梁を常に良好な状態に保つためには、適切な維持管理を実施することが重要な課題となる。この観点にたち、本資料は、臨港交通施設としての橋梁を対象として、臨海部の橋梁の劣化実態を把握し、変状現象の点検方法、点検結果の評価方法、ならびに補修の基本的考え方について検討を行ったものである。

キーワード：橋梁，劣化，維持管理，補修

1. まえがき

わが国において、昭和62年度までに港湾関係予算によって建設された臨港交通施設としての橋梁は、350橋に及んでいる。また、今後においても長大橋梁も含め、数多くの橋梁の建設が予定されている。

臨港交通施設における橋梁は、当然のことながら臨海地域に位置するため、常時的に高い湿度、直接的な飛沫、海塩粒子の高度付着、強い紫外線など陸域部と比較して厳しい自然条件下におかれている。このため、臨海部に建設された橋梁については、特に維持管理の重要度が高いといえることができる。

港湾の施設の維持管理に関しては、昭和55年頃からその重要性の認識が高まると同時に研究開発がすすめられ、港湾構造物(防波堤および係船岸壁)についての研究成果が運輸省港湾局から「港湾施設の維持管理」(昭和62年4月)¹⁾として発刊されている。また海岸保全施設についても研究成果が、「海岸保全施設の維持管理手法」²⁾としてとりまとめられている。

本資料は、これらの港湾の施設の維持管理の調査研究の一環として、臨港交通施設としての橋梁を対象として、臨海部における橋梁の建設実態とその変状現象を整理し、どのように点検を行うか、点検結果をどのように評

価するか、補修をどのように考えるのか等の技術課題について検討を行ったものである。

なお、臨海部の鋼橋において自然条件の影響が最も顕著に表れると考えられる塗装に着目し、橋梁の劣化実態、および臨海部に適した塗装仕様の検討を行ったものとして、「港湾における橋梁の劣化実態と塗装仕様の検討」³⁾が港湾技研資料としてとりまとめられている。本資料においても橋梁の劣化実態を把握する必要性があり、この資料と一部重複することとなるが、臨海部の橋梁の劣化実態について記述することとした。

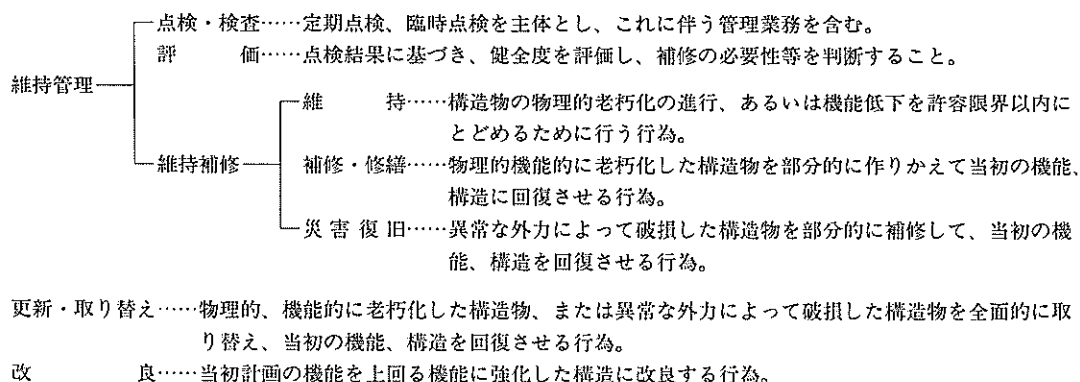
2. 維持管理の概念

一般によく用いられ、本資料の主題でもある「維持管理」、「維持補修」という言葉の示す概念は、必ずしも明確にされてはいない。ここでは、検討を進めるにあたって混乱をさけるため、用語を港湾の施設の維持管理の例にならい、次のとおり定義することとする。⁴⁾すなわち、「維持管理」とは、構造物の耐用年数内において機能を維持することを目的として行う行為とする。なお、これには構造物の更新および改良は含めない。ここで維持管理に関する用語を整理すると表-1に示すとおりとなる。「維持管理」は、点検、評価ならびに維持補修からなり、維持補修は維持、補修および災害復旧を含む。

* 前計画設計基準部 設計技術研究室長(現関西国際空港株式会社 調整部環境課 環境課長)

** 計画設計基準部 設計技術研究室

表一 維持管理の概念



災害復旧とは、異常な外力のため破損した構造物を補修または更新させて当初の機能を回復させることと考えることができる。この異常な外力が設計外力以上の外力であるならば、異常な外力によって生じた破損に対する手当は維持管理の範囲を越えるものである。しかし、橋梁についても設計外力以下の外力によって被災することもあり、また、維持管理の面からは外力が設計外力以上であるか以下であるかは特に意味はなく、変状が生ずれば原因の種類によることなく補修を施すことを考えなければならない。これらのことから、災害復旧についても構造物を部分的に補修するものについては維持管理の範囲として取扱うこととした。

3. 臨海部の橋梁の劣化実態

3.1 劣化実態調査

(1) 劣化実態調査の目的

海象条件の影響を受けやすい臨海部に建設された橋梁について、点検方法や点検結果の評価方法等の維持管理に関する技術的検討をおこなうためには、臨海部における橋梁の建設実績と、それらの橋梁の劣化の状態を十分に把握し、臨海部の橋梁の特性を解析しておく必要がある。このため、臨海部の橋梁についてアンケート方式による劣化実態調査を行った。

(2) 調査方法

調査の対象とする橋梁は、港湾関連予算（直轄事業及び補助事業）で建設された既設の全ての橋梁（昭和62年7月までに完成したもの）とした。

調査方法は、これらの橋梁について極力全数を調査するため、直轄および港湾管理者に調査票を送付するアンケート方式とすることとした。直轄については、各港湾建設局、北海道開発局、および沖縄総合事務局の7機関、港湾管理者については全国の県市町村およ

び港湾管理組合の216機関を調査の対象とした。調査票の回収率は、直轄が100%（7機関）、港湾管理者が74.1%（160機関）であった。未回答の機関は村が大半で臨港道路の橋梁はほとんど無い模様であり、実質的には100%に近いデータが収集できたと考えられる。

調査対象橋梁は、鋼橋とコンクリート橋の両方であるが、港湾区域あるいは臨港地区内の橋梁であっても、港湾管理者が単独事業で施工したもの、および暫定的に架設されたものは調査の対象外とした。

橋梁数の扱い方については、橋名による扱い方と構造による扱い方があるが、連続した橋梁で橋名は同じでも構造がコンクリート橋と鋼橋の両方を採用している場合も多く、これらを同じ扱い方はできないことから橋の整備数は、構造によってコンクリート橋と鋼橋にわけて整理することとした。

(3) 調査項目

劣化実態に関わる調査の項目は、コンクリート橋と鋼橋共通の項目と、鋼橋についてのみの項目に分けて以下の通りに設定した。なお、調査項目の設定において考慮した点は、「港湾における橋梁の劣化実態と塗装仕様の検討」⁹⁾に説明されている。

a) 共通調査項目

- ① 橋梁名
- ② 橋梁型式
- ③ 竣工年月
- ④ 橋格
- ⑤ 規模
- ⑥ 架設地点
- ⑦ 事業予算科目
- ⑧ 橋梁各部の劣化状況

b) 鋼橋の調査項目

- ⑨ 補修履歴

表-2 鋼橋の構造型式による分類

構 造 型 式 () 内は橋数			橋 数 () 内は%	平均支間長 (m)
桁 橋 (96)	I 形 鋼 (6)	RC床版	6 (5.6)	15.4
		鋼床版	0 (0)	0
	H 形 鋼 (13)	RC床版	13 (12.0)	20.9
		鋼床版	0 (0)	0
	プレート ガーダー (40)	RC床版	35 (32.4)	29.5
		鋼床版	5 (4.6)	17.8
	箱 桁 (33)	RC床版	20 (18.5)	54.4
		鋼床版	13 (12.0)	79.4
格子 桁 (4)	RC床版	4 (3.7)	24.9	
	鋼床版	0 (0)	0	
アーチ橋 (8)	ランガー橋 (2)	RC床版	2 (1.9)	67.0
		鋼床版	0 (0)	0
	ローゼ橋 (6)	RC床版	6 (5.6)	117.8
		鋼床版	0 (0)	0
つり橋 (3)	斜 張 橋 (3)	RC床版	3 (2.8)	163.3
		鋼床版	0 (0)	0
トラス橋 (1)	ワーレン トラス橋 (1)	RC床版	1 (0.9)	68.0
		鋼床版	0 (0)	0

- ⑩ 保守点検基準の有無
- ⑪ 塗装仕様
- ⑫ 塗料の外観色
- ⑬ 塗装仕様の決定根拠
- ⑭ 現在の塗装状況

調査表の様式を付録Aに示す。

3. 2 橋梁の劣化実態

劣化に関わるアンケート調査結果を基に、港湾関連予算で建設された橋梁の建設実態および劣化実態に関する次の項目についてとりまとめた。

- ① 橋梁の構造型式による分類
- ② 竣工年の分布
- ③ 橋梁の架設地点

- ④ 橋格
- ⑤ 橋梁の劣化実態

なお、劣化実態については、経年的劣化の進行状況、ならびに架設地点の環境条件が劣化に与える影響等の観点から整理を行った。

(1) 橋梁の構造型式による分類

アンケート調査に対して直轄7機関、港湾管理者160機関より回答があり、橋名による処理で350橋に関するデータが得られた。これを、構造によって整理すると、鋼橋108施設、コンクリート橋261施設となり、それぞれについて構造型式別に分類したものを表-2および表-3に示す。これらの表には、各構造型式ごとの橋数と平均支間長を示した。また、各構造様式の

表-3 コンクリート橋の構造型式による分類

構造型式 ()内は橋数		橋数 ()内は%	平均支間長 (m)
桁橋 (147)	I型桁	19 (7.3)	13.8
	T型桁	118 (45.1)	24.2
	箱桁	8 (3.1)	28.8
	合成桁	2 (0.8)	36.8
床版橋 (101)	RCスラブ	29 (11.1)	7.8
	PCスラブ	25 (9.6)	10.9
	ホロースラブ	46 (17.6)	17.0
	箱床版	1 (0.4)	11.0
その他 (11)	ボックスカルバート	10 (3.8)	9.0
	栈橋式	1 (0.4)	
つり橋 (1)	斜張橋	1 (0.4)	74.4
アーチ橋 (1)	逆ローゼ橋	1 (0.4)	30.0

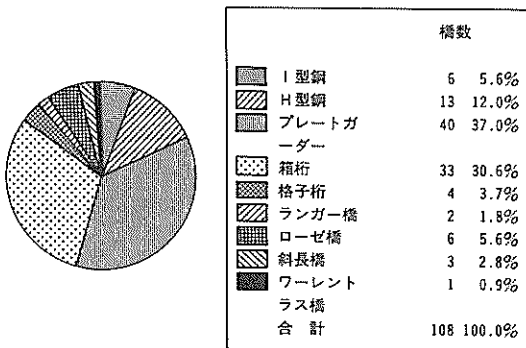


図-1 鋼橋の構造型式による分類

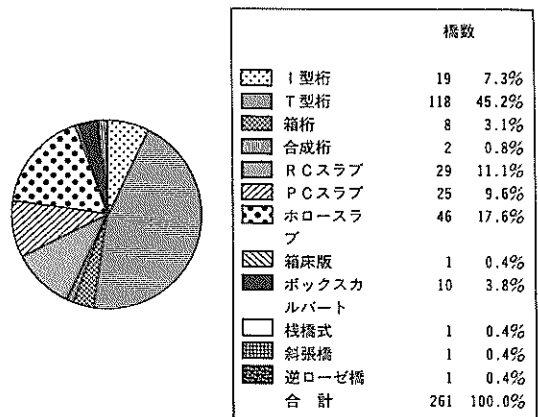


図-2 コンクリート橋の構造型式による分類

構成割合を図-1および図-2に示す。一つの名称の橋梁について、鋼橋とコンクリート橋の両方の構造がある場合には、それぞれに分けて整理することとした。また、一つの鋼橋またはコンクリート橋においても二

種類以上の構造型式や支間長をもつ場合は、代表的となる構造型式または、最長の支間長をもつ区間によって橋梁を代表して整理した。

鋼橋の構造型式をみると、最も多い型式は桁橋の96

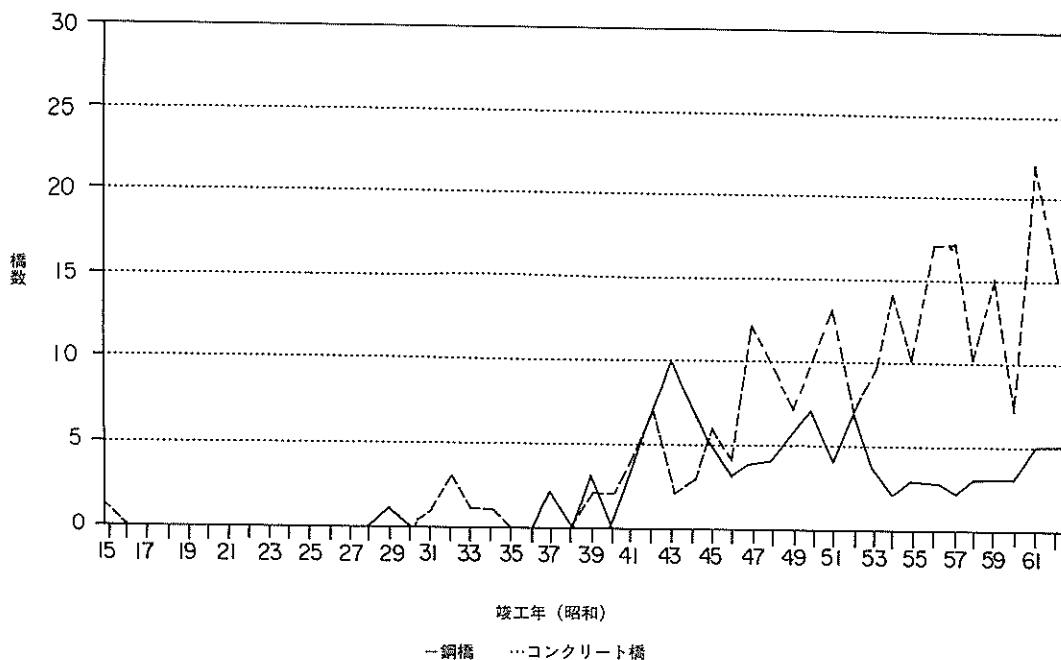


図-3 橋梁の竣工年の分布

橋 (89%) である。これをさらに細かく分類するとプレートガーダー橋が40橋(37%), 箱桁橋が33橋(31%), H型鋼橋が13橋(12%) などとなっている。桁橋の平均支間長についてみると, I型鋼, H型鋼, 格子桁橋およびプレートガーダー橋が15~30mで, 箱桁橋が最も長く54mとなっている。また, 鋼床版は, 箱桁橋の65%で, プレートガーダー橋の14%で使用されている。

桁橋以外の構造型式では, アーチ橋8橋(7%), つり橋3橋(3%) およびトラス橋1橋(1%) が使用されており, これらは支間長が長い場合に用いられていることがわかる。

つぎにコンクリート橋の構造型式をみると, 桁橋147橋(56%) および床版橋101橋(39%) によって95%を占めている。また, 桁橋のなかでもT桁橋が118橋と特に多いことがわかる。コンクリート橋の支間長は鋼橋に比べて平均的に短く, 支間長が50mを越すものは斜張橋の1橋しかない。

(2) 竣工年の分布

鋼橋およびコンクリート橋の竣工年の分布を図-3に示す。港湾関係の橋梁において, 最も古いものは昭和15年に建設されているが(本橋は, 港湾管理者の設立に伴い, 他部局から管理替えが行われたものである), 一般には昭和29年頃から建設され始めており, それから現在まで増加し続けている。橋梁の型式につ

いてみると, 昭和44年までは鋼橋が多いが, 昭和45年以降はコンクリート橋のほうが多くなっている。

橋梁の経年的劣化の状況については, 後に述べる。

(3) 橋梁の架設地点

海浜部の環境差による劣化影響をみるために架設地点を3つの地域に分類した。区域の種類は, 以下のとおりである。

イ. 海上(橋梁全体が海面上に位置している)

ロ. 水際線真近(水際線から陸地側500mの範囲内に位置している)

ハ. 内陸(水際線から陸地側500m以上離れた地点に位置している)

鋼橋の架設地点の分布を図-4に, また, コンクリート橋の架設地点の分布を図-5に示す。鋼橋においては, 50%が海上に, 38%が水際線真近に, 12%が内陸に架設されている。コンクリート橋においては, 20%が海上に, 72%が水際線真近に, 8%が内陸に架設されている。

架設地点の環境が橋梁劣化に与える影響については, 後述する。

(4) 橋格

港湾関係の橋梁がどの橋格として建設されているかをみるために, 鋼橋とコンクリート橋の橋格の分布を図-6および図-7に示す。これによると, 鋼橋, コ

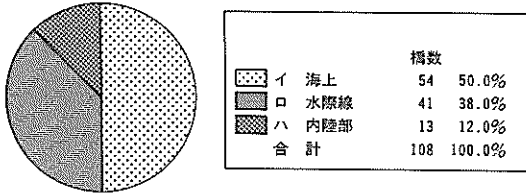


図-4 架設地点 (鋼橋)

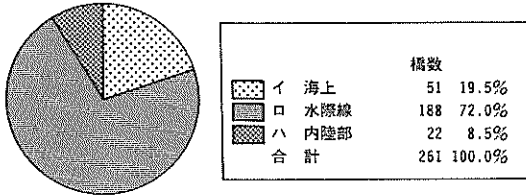


図-5 架設地点 (コンクリート橋)

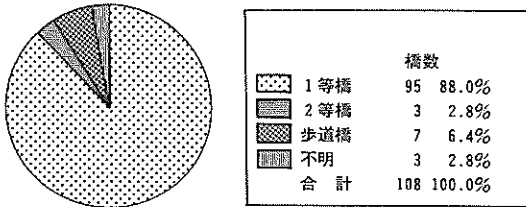


図-6 橋格 (鋼橋)

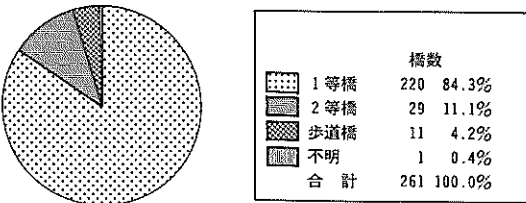


図-7 橋格 (コンクリート橋)

コンクリート橋ともに80%以上が一等橋であることがわかる。

(5) 橋梁の劣化実態

鋼橋、コンクリート橋ともに橋梁の部材を舗装、伸縮装置、支承、高欄・ガードレール、照明装置、排水施設、上部工本体、落橋防止装置、および下部工に分類し、劣化実態調査の結果を整理することとした。アンケート調査においては、担当技術者に部材ごとに劣化の程度を下記の8段階に評価し、調査票に記入してもらったものである。

A……なんら異常がなく、健全なもの

B……欠陥は認められるが、特に対策を講ずる必要のないもの

C……機能的にはなんら影響はないが、使用しながら観察を要すると思われるもの

D……構造物の安全率または道路としての機能が低下しており、早急に補修が必要なもの

E……構造物としての欠陥の程度が大きく、通行不能が予想される等のもので、緊急に補修を要するもの

F……欠陥が認められるものの、B～Eのどれに該当するか判断できないもの

G……評価が不明なもの

鋼橋、コンクリート橋ともに、各部材の評価を整理した。図-8に鋼橋の部材ごとの評価を、図-9にコンクリート橋の部材ごとの評価を示した。評価においてなんらかの異常がみとめられるもの、つまり評価BからGまでを異常ありとして図をみると、鋼橋においてはどの部材も30～55%程度の異常が認められる。比較的異常の発生率が高いものは、上部工本体、照明装置、落橋防止装置などである。コンクリート橋

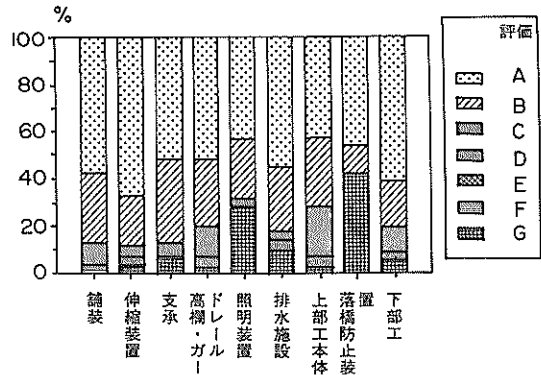


図-8 各部材の評価 (鋼橋)

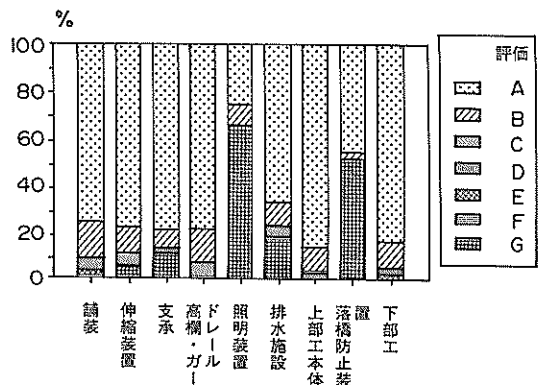


図-9 各部材の評価 (コンクリート橋)

においては、照明装置および落橋防止装置の異常発生率が高いが他の部材は鋼橋に比較して劣化傾向が低い。また、同じものを、軽微な異常であるB、および評価がよくわからないGを除いて、比較的変状現象のはっきりしているC～Fを異常あり、として整理すると、図-10および図-11のとおりとなる。鋼橋においては、上部工本体および高欄・ガードレールの異常発生率がとくに高い。コンクリート橋においては、全般に異常発生率が低い。鋼橋の異常発生率がコンクリートに比較して高い理由として、以下のものが考えられる。

① 平均経過年数の差

全鋼橋の架設からの平均経過年数は12.7年で、コンクリート橋の平均経過年数は9.1年である。

② 支間長の違い

鋼橋のほうが、コンクリート橋よりも支間長が長いものが多い。

③ 鋼橋の材料特性

鋼材は、塗装劣化や錆などの材料劣化を生じやすい。

④ 構造上の特性の違い

振動特性の違いなど

以降においては、異常の程度と内容が明確なC～Fを、異常ありとして整理を行うものとする。

(6) 経年的劣化傾向

橋梁の経年的劣化傾向を把握するために、劣化調

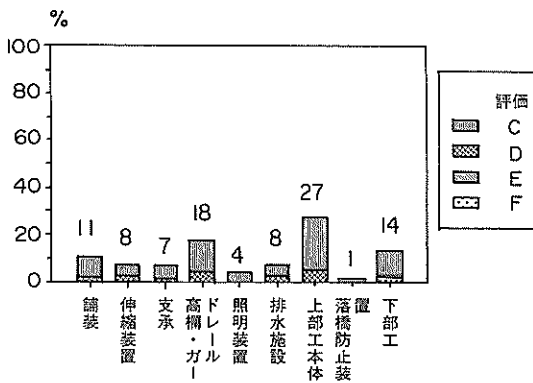


図-10 各部材の異常発生率（鋼橋）

a) 舗装

鋼橋の舗装の経年劣化状況を図-12に、また、コンクリート橋の舗装の経年劣化状況を図-13に示す。鋼橋においては、舗装の劣化は竣工後25年から急増しているが、コンクリート橋においては、劣化は年とともにゆるやかに増加している。異常の内容についてみてみると、両者ともにひびわれ、段差・凹凸、わだち掘れの発生件数が多い。このなかで特

査のデータについて各部材ごとに経時的な整理を行った。経過年数は、データ数の観点から竣工後25年までは5年区切りとし、あとは26年以上として分類した。異常の発生率は、鋼橋においては全108鋼橋数に占める、またコンクリート橋においては全261コンクリート橋数に占める、当該部材に異常のある（評価C～F）橋梁数の割合とする。また、各経過年数での異常の発生率は、累加発生率とすることとした。例えば、竣工後15年以内の異常発生率とは、竣工後1年から15年までの橋梁の異常発生率を示す。この理由は、経過年数を5年区切りとして異常発生率を求めると、各区切りのなかに十分なデータ数がないために異常発生率が不安定になり、グラフがみにくいものになることを避けるためである。

また、変状現象の内容の経年変化をみるために、異常発生率の経年変化を示す図の中に、異常の内容ごとの発生件数を載せた。異常の内容ごとの発生件数は、同じ部材でも二種類以上の異常の内容を持つものがあり、それぞれ1件と数えた。

以上の整理によって異常発生率と経過年数のグラフを作成すると、時間の経過とともに異常発生率が増加することになるが、実際には補修を実施していることから、かならずしも右上がりのグラフにはならないことに注意を要する。

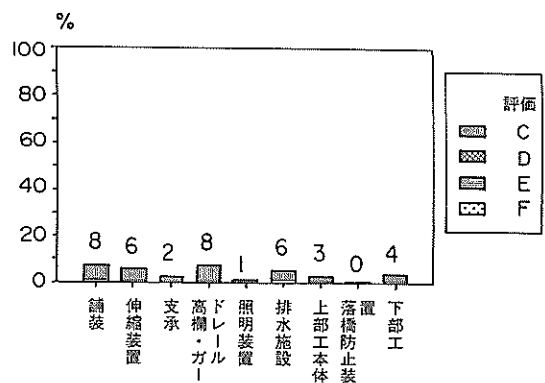


図-11 各部材の異常発生率（コンクリート橋）

徴的なものはひびわれで、鋼橋においては竣工後15年まではまったくみられず、20年頃から発生し、25年以内で急増している。コンクリート橋では、竣工直後からひびわれがみられ、その後も漸増している。

ひびわれの原因としては、材料の劣化、橋梁の振動・たわみ、床版のたわみ・クラックなどが考えられる。段差の原因としては、裏込め部の転圧不足や不同沈下等が考えられる。わだち掘れの原因として

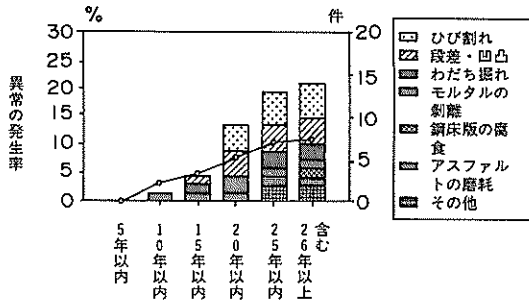


図-12 舗装の経年劣化状況（鋼橋）

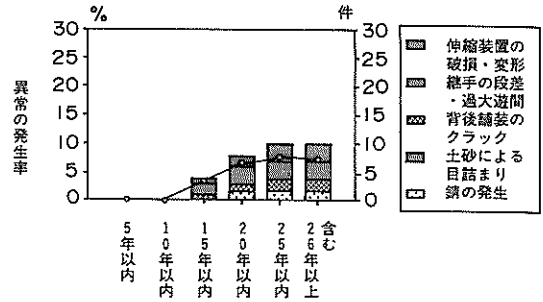


図-14 伸縮装置の経年劣化状況（鋼橋）

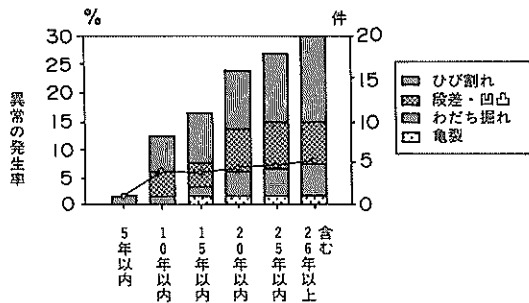


図-13 舗装の経年劣化状況（コンクリート橋）

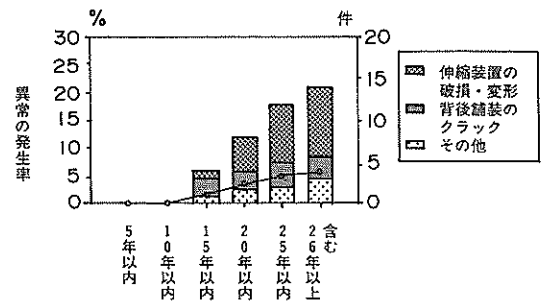


図-15 伸縮装置の経年劣化状況（コンクリート橋）

は、アスファルトの安定性不足や重量車両の交通が考えられる。

また、鋼橋に特有な変状としては、モルタルのはく離、鋼床版の腐食、アスファルトの摩耗が1件ずつ発生している。モルタルのはく離は、歩道橋の階段部において階段に使用しているモルタルが浮いた状態となっており、その原因は不明である。鋼床版の腐食は、この橋梁には舗装部がなく、桁上に鋼床版が載った型式のもので、長年の車両の通行によって床版が波打った状態になり、そこに雨水がたまり腐食したものである。

図中、その他とあるものは、異常ありと回答されているが、異常の内容が記述されていないものである。

b) 伸縮装置

伸縮装置の経年劣化状況を図-14および図-15に示す。伸縮装置の異常は、両者とも竣工後15年頃よりみられ、その後少しずつ増加している。

鋼橋における変状現象としては、伸縮装置の破損・変形、継手の段差・過大遊間が報告されており、原因としては、いずれも継手前後の路面の凹凸による衝撃荷重の作用の影響が大きいことが考えられる。また、その他に、背後舗装のクラック、管理不

十分による伸縮装置の土砂による目詰りなどが報告されている。

コンクリート橋においても、伸縮装置の破損・変形、背後舗装のクラックがあげられている。図中その他というのは、劣化があるなどといったもので具体的な変状の説明のなかったものである。

c) 支承

支承の経年劣化状況を図-16および図-17に示す。支承における異常の発生率は、鋼橋のほうが高い傾向がある。この理由については、異種金属の接触腐食、構造上の特性の差などが考えられるが、詳細は不明である。異常の内容についてみると、鋼橋では竣工後15年頃より錆の発生と沓座のひびわれがみられ、年数とともにこれらの発生率が増加し、26年以上経過したものに至っては、顕著な腐食を生じているものもある。コンクリート橋においては、錆の発生率が低く、20年を越したもので錆の発生がみられる。

支承においては、通常上シュエおよび下シュエの表面に防錆塗装をおこなっているが、その塗膜の劣化によって錆が発生したものと考えられる。腐食例は、寒冷地より温暖地のほうが多くなっているが、この傾向は塗装の劣化傾向とも一致しており、温暖

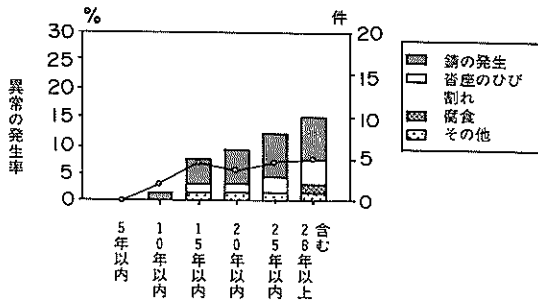


図-16 支承の経年劣化状況 (鋼橋)

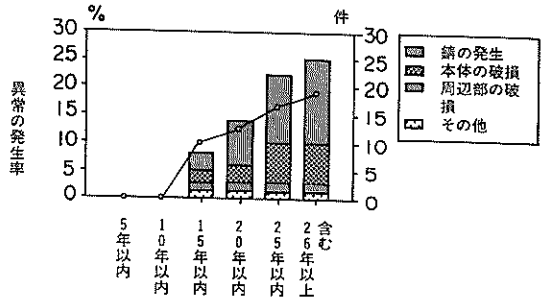


図-18 高欄・ガードレールの経年劣化状況 (鋼橋)

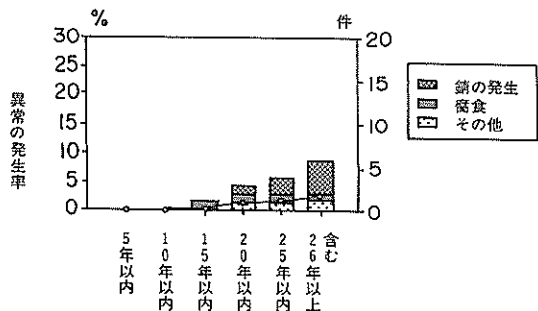


図-17 支承の経年劣化状況 (コンクリート橋)

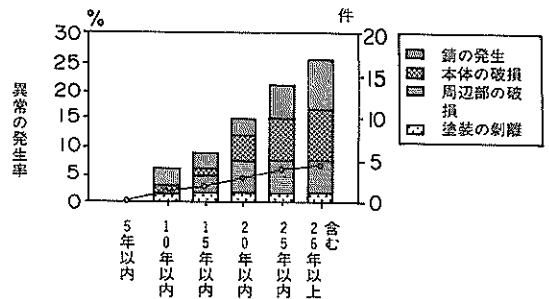


図-19 高欄・ガードレールの経年劣化状況 (コンクリート橋)

地では防錆対策をより重視する必要があると思われる。沓座のひびわれの原因は、モルタルの劣化、振動の影響などいろいろ考えられるが、限定しがたい。

鋼橋のその他というのは、下部工の移動の影響がみられるという報告で、ひびわれの原因のように思えるが、具体的な支承の変状が報告されていないためその他とした。また、コンクリート橋におけるその他も同様で具体的な変状が報告されていない。

d) 高欄・ガードレール

高欄・ガードレールの経年劣化状況を図-18および図-19に示す。異常発生率を比較すると、明らかに鋼橋のほうが高くなっている。変状の内容についてみると錆の発生が最も多く、特に鋼橋において顕著である。この原因としては、コンクリート橋の高欄はコンクリート製のものが多いことが考えられる。

錆の発生の原因は、車両の衝突により塗膜が損傷し発生するもの、塗装材の劣化などが考えられる。変わった例では、異種金属の接触腐食が報告されている。

錆について多い変状は、本体の破損である。そのほとんどの原因は車両の衝突である。この他に周辺部の破損があげられているが、これは地覆コンク

リートのひびわれで、これは、コンクリート部材の劣化や車両通行の振動によるものと考えられる。

e) 照明装置

照明装置の経年劣化状況を図-20および図-21に示す。照明装置の異常の発生率はかなり低く、発事件数にして全体で6件である。異常の内容では、架設後10年ほど経過したもので塗装のはく離がみられる。また、これが原因で錆の発生があったものなどもある。

f) 排水施設

排水施設の経年劣化状況を図-22および図-23に示す。排水施設においても、異常の発生率はコンクリート橋のほうが低い傾向がある。異常の内容そのものには両者で差異がない。鋼橋、コンクリート橋とも一番多く報告されているのは、排水管、排水樹等の目詰りで、異常例の半数以上を占める。原因として日常的な維持管理の不備があげられる。つぎに多かったのは排水管の錆の発生で、排水管本体が腐食したものや、変わった例では、排水管の取り付け位置が不適切なため、風によって水が飛散して周囲の部材に悪影響を与えているというものもあった。これらの原因としては、前者は塗膜の劣化が、後者は設計時の配慮不足が考えられる。破損については、

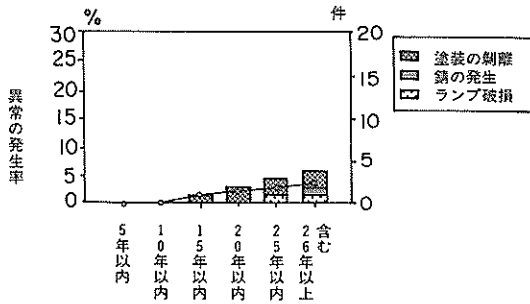


図-20 照明装置の経年劣化状況（鋼橋）

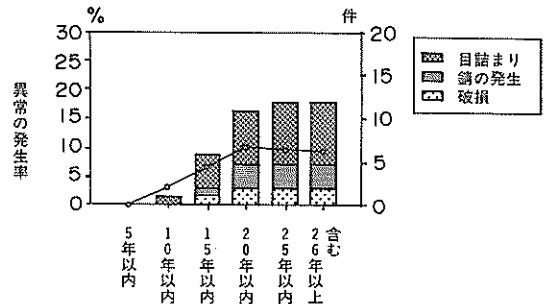


図-22 排水施設の経年劣化状況（鋼橋）

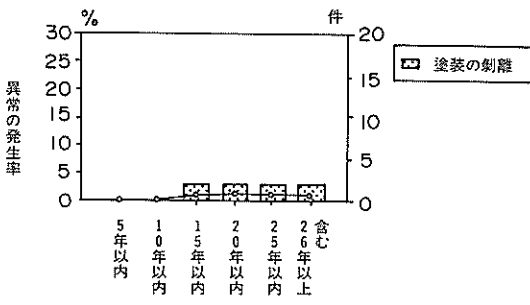


図-21 照明装置の経年劣化状況（コンクリート橋）

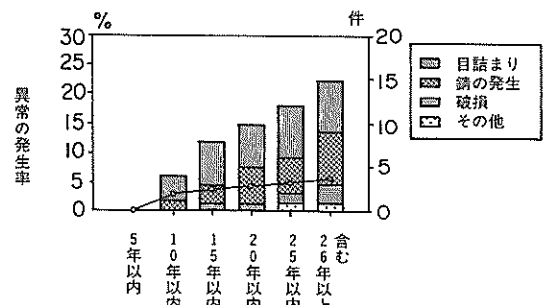


図-23 排水施設の経年劣化状況（コンクリート橋）

鋼製パイプの場合は腐食が原因のものが多いと考えられ、ポリエチレン管のものは紫外線などによる材質の劣化が原因と考えられる。

g) 上部工本体

上部工本体の経年劣化状況を図-24および図-25に示す。上部工本体の異常発生率は、鋼橋とコンクリート橋で明確な差が生じている。コンクリート橋においては、竣工後26年以上の橋梁まで含めても異常発生率が3%程度であるのに対し、鋼橋においては竣工後15年頃より異常の発生が増え始め、竣工後26年以上では27%にもなっている。

異常の内容についてみると、鋼橋においては、錆の発生が最も多く報告され、塗装のはく離をあわせると約65%を占めている。中には、腐食が進行してフランジの一部が欠損しているものもあった。これらの原因としては、塗装の仕様が現地の環境に不適切であったため、もしくは塗り替え等の維持管理が十分に行われていなかったことなどが考えられる。塗装の状況については、「港湾における橋梁の劣化実態と塗装仕様の検討」⁶⁾に詳述されている。つぎに多いのは、コンクリート床版のひびわれやはく離などである。これらの原因としては、作用輪荷重の増大による床版の耐力不足や路面に生じた段差に

よって発生する衝撃などが考えられる。このほかの変状としては、ボルトの欠落や地覆ブロックの欠損等が報告されている。

コンクリート橋においては、件数は少ないが床版コンクリートや桁コンクリートのひびわれなどが報告されている。これらの原因も鋼橋の床版コンクリートのひびわれと同じと考えられる。

以上のことから、鋼橋とコンクリート橋の異常発生率の差の最大の原因は、鋼橋における本体工の塗装の劣化および錆の発生であることがわかる。しかし、このほか鋼橋には、地覆ブロックの欠損やボルトの欠落などの変状がかなりの件数みられる。このように、鋼橋において、本体工の異常発生率が高い理由として、錆以外にも鋼橋のほうがコンクリート橋より平均支間長が長いこと、または鋼橋の構造上の特性によることなどが考えられる。

h) 下部工

下部工の経年劣化状況を図-26および図-27に示す。下部工においても、鋼橋の異常発生率が高いことがわかる。この原因としては、鋼橋のほうが支間長が長いものが多いことなどが考えられる。異常の内容としては、鋼橋、コンクリート橋ともに橋台・橋脚のコンクリートのひびわれ、はく離が約半数を

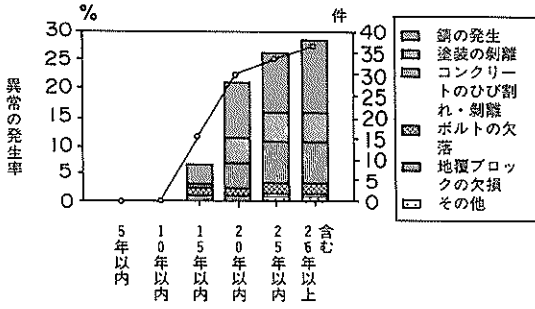


図-24 上部工本体の経年劣化状況（鋼橋）

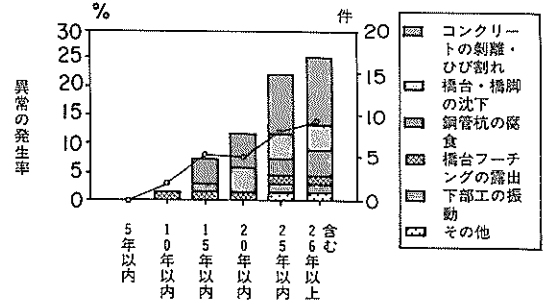


図-26 下部工の経年劣化状況（鋼橋）

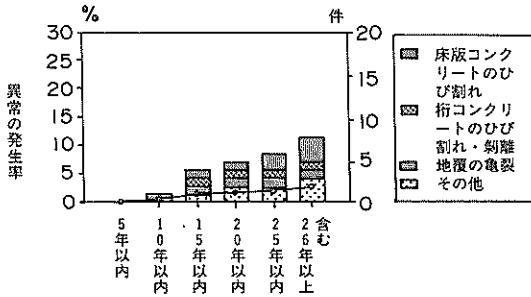


図-25 上部工本体の経年劣化状況（コンクリート橋）

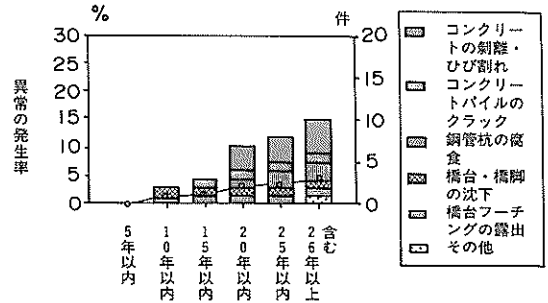


図-27 下部工の経年劣化状況（コンクリート橋）

占めている。これらの原因としては、材料の品質不良、塩害、施工不良など多くのものが考えられるが、今回の調査からだけでは十分な検討が行えず、詳細は不明である。つぎに多いのは鋼管杭の腐食で、特にスプラッシュゾーンの腐食が著しく、集中腐食によるものと考えられる。このほかの変状としては、橋台フーチングの露出、下部工の振動、橋台・橋脚の沈下などがあげられている。

i) 落橋防止装置

落橋防止装置については、具体的に異常例が報告されていなかったので省略する。

(7) 架設地点の違いによる劣化の傾向

架設地点の環境条件が、橋梁劣化に与える影響を検討するため、鋼橋およびコンクリート橋それぞれについて、架設地点ごとに異常の発生率を整理した。鋼橋の各部材ごとの異常発生率を、架設地点イ（海上）、架設地点ロ（水際線真近）、架設地点ハ（内陸）にわけて整理したものを図-28~30に、また、コンクリート橋の異常発生率を同様に整理したものを図-31~33に示す。なお、異常ありとは、劣化評価のC~Fのものをいう。

a) 鋼橋

鋼橋における異常発生率を全体としてみると、架

設地点イ（海上）と架設地点ロ（水際線真近）に大差はなく、架設地点イまたは架設地点ロと架設地点ハ（内陸）を比較すると明らかに架設地点ハのほうが異常の発生率が低い傾向がある。海域の環境条件のうちでは塩分付着の影響が大きく、これは上部工本体および高欄・ガードレール等の塗装劣化や腐食に顕れると考えられる。この観点から図-28~30をみると、上部工本体においては、架設地点イおよび架設地点ロよりも架設地点ハの異常発生率が低い。また、高欄・ガードレールにおいては、架設地点イ、架設地点ロ、架設地点ハとすこずつ異常発生率が低くなっている。

また、特に鋼橋の塗装の塗り替え期間に着目した分析が「港湾における橋梁の劣化実態と塗装仕様の検討」⁷⁾において試みられている。劣化実態調査によって得られたデータのうち、全面的に塗装の塗り替えを行った橋梁は42橋であった。これらの橋梁の塗り替えまでの期間の平均は11.3年である。塗り替えまでの期間を架設地点毎に整理すると、架設地点イ（海上）の21橋の平均が10.0年、架設地点ロ（水際線真近）の17橋の平均が12.9年、そして架設地点ハ（内陸）の4橋の平均が15.8年であった。

以上の結果から、鋼橋において橋梁が内陸部へ行

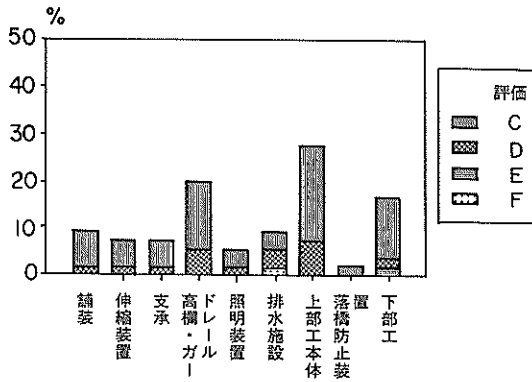


図-28 架設地点イ、海上の部材の状況 (鋼橋)

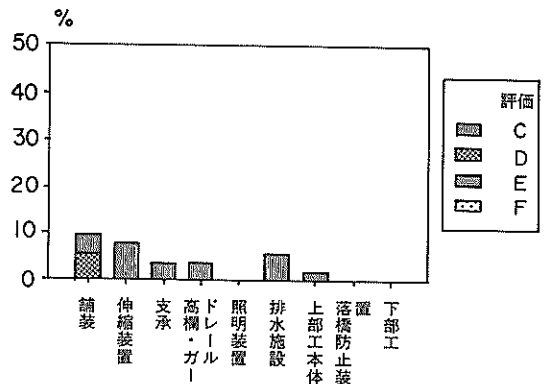


図-31 架設地点イ、海上の部材の状況 (コンクリート橋)

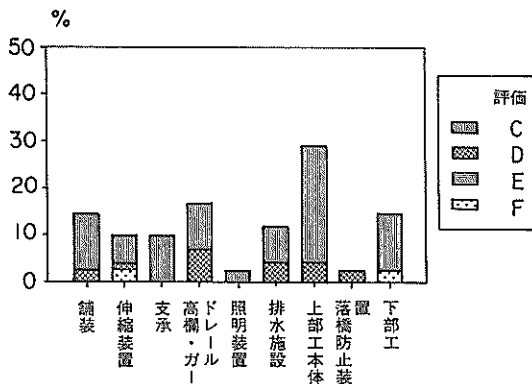


図-29 架設地点ク、水際線真近の部材の状況 (鋼橋)

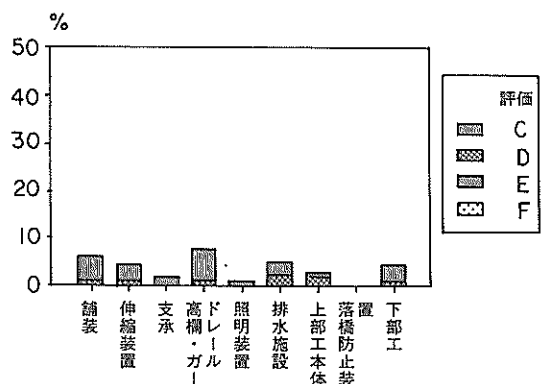


図-32 架設地点ク、水際線真近の部材の状況 (コンクリート橋)

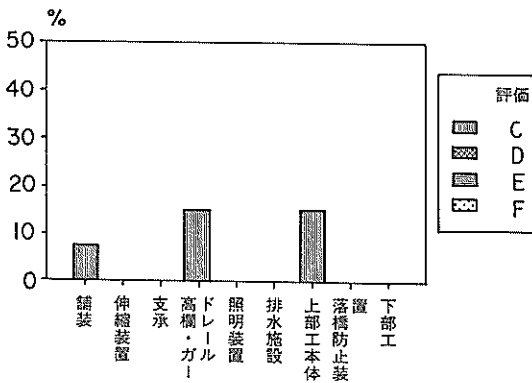


図-30 架設地点ハ、内陸の部材の状況 (鋼橋)

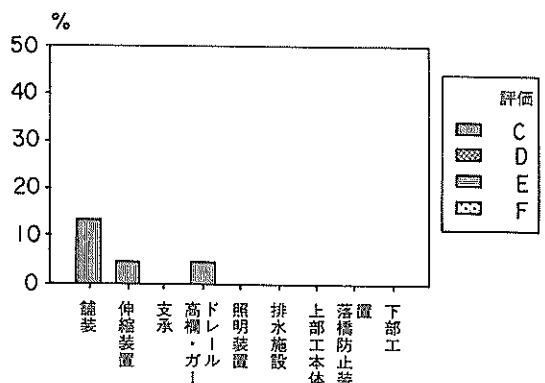


図-33 架設地点ハ、内陸の部材の状況 (コンクリート橋)

けば行くほど、すなわち、海岸環境の影響を受けにくくなるほど、塗装の劣化や腐食等を中心とした変状の発生頻度が低くなる傾向があるということができる。

b) コンクリート橋

コンクリート橋においても、図-31～33をみると、

全体的傾向として、架設地点イおよび架設地点口の橋梁のほうが架設地点ハの橋梁よりも異常の発生率が高い傾向があり、海岸環境が変状の発生率に影響を与えていることがわかる。異常の内容についてみると、支承、高欄・ガードレール、排水施設については舗の発生率に差が生じている。舗装につい

てのみ、架設地点ハの異常発生率が一番高くなっているが、この理由は不明である。

4. 維持管理の手順

4.1 他機関の維持管理の手順

一般の道路橋の維持補修に関する技術を取りまとめたものの一つに、社団法人日本道路協会発行の「道路橋補修便覧」⁸⁾がある。この「道路橋補修便覧」における維持管理の一般の手順は図-34に示すとおりであり、点検、評価および補修の三本柱からなっている。

点検は、道路の通常巡回を行う際に合せて実施する通常点検（または巡回点検と呼ぶ）、橋梁の保全を図るために定期的実施する定期点検、および台風、集中豪雨、地震等の災害が発生した場合、もしくはその恐れのある場合に実施する異常時点検から成る。そして、これらの点検においてなんらかの変状が発見された場合は、それらの箇所についてさらに詳細な調査を行う。

つぎに、調査結果を踏まえて取るべき措置の判定を行う。この段階では、次のいずれにより対応するかを判定する。

- ① 直ちに補修を行う。
- ② 直ちに補修をしなくてもよいが、追跡調査を行った後に再び検討する。

- ③ 特に補修を必要としない。

補修が必要と判断された場合は、直ちに補修工法の検討を行う。

4.2 港湾の橋梁の維持管理の手順

土木構造物の維持管理システムの全体体系は、制度、組織等々の実施の仕組みを抜きにしては成立し得ないが、ここでは、維持管理システムの流れ（維持管理の手順）や橋梁の物理的・力学的な変状特性を踏まえた留意点等について述べる。

橋梁の維持管理システムも他の土木構造物と同様に点検・評価・対策という三つの基本要素を組合せた総合的なシステムでなければならない。つまり、橋梁の維持管理システムとは、「橋梁の機能を良好に維持するために、橋梁の変状をいかに効率的に見つけ、それをどのように合理的に評価し、どうした対策を施すのが効果的か」という目標を達成するための一連の方法の体系といえることができる。この場合重要なことは、過大な欠陥を生じた構造物に事後処理的な対応をとること（災害対応型）ではなく、早め早めの対策を講じるという考え方（変状予防型）に立ったシステムを組むことである。

港湾における橋梁においても、維持管理の手順は基本的に「道路橋補修便覧」における維持管理の手順と同様であり、臨海部の橋梁だからといって一般の橋梁の維持管理の手順と異なるものではない。しかしここでは、本資料において取扱う橋梁は港湾の施設の一部であることから運輸省港湾局発刊の「港湾施設の維持管理」（昭和62年3月）における港湾構造物の維持管理システム（図-35参照）の考え方を基本とし、橋梁の特性を考慮して橋梁の維持補修の手順を提案する。

港湾構造物をはじめ、すべての土木構造物に共通しているのは、一次点検、二次点検の考え方である。外観調査（一次点検）を定常的に実施して問題の早期発見に努め、外観調査のみで変状の程度および原因がわかれば直ちに措置にかかり、もし調査が不十分であれば、詳細調査（二次点検）を実施して、変状の程度および原因を把握して適切な対策を実施する。このような点検の手順は、橋梁の点検にあたっては基本的には適用可能な考え方である。

また、変状点検は、施設に発生する変状の特性および原因等を考慮して効果的に実施する必要がある。橋梁の変状の発生原因は、交通による路面の劣化、または鋼材やコンクリートの劣化などの進行型のもので、地震や豪雨等の災害型のものである。したがって、変状現象の発生を的確に捉えるためには、事故などを原因とする変状をできるだけ早期に発見するための巡回点検、進行型の

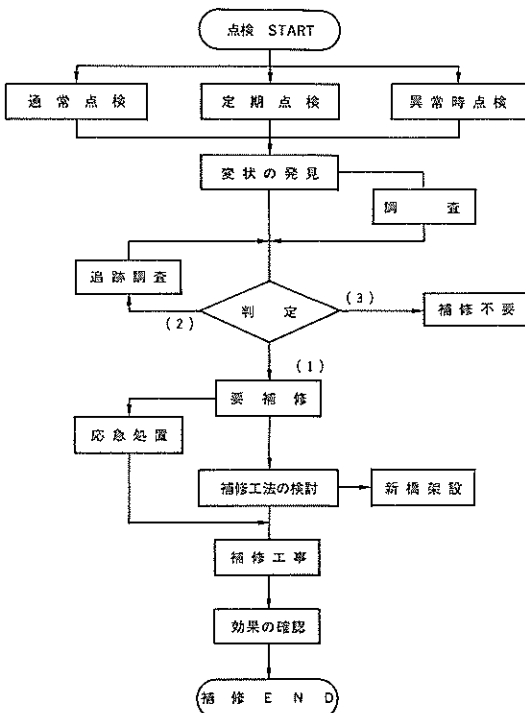


図-34 橋梁補修の手順（道路橋補修便覧）

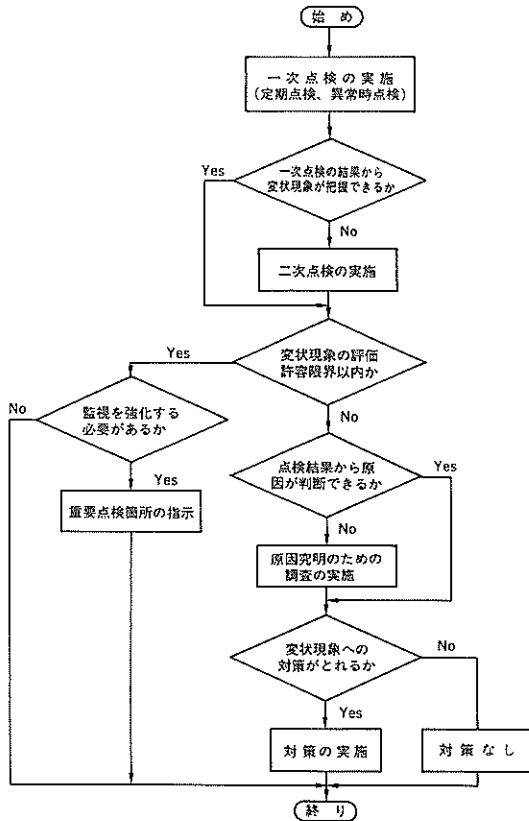


図-35 港湾構造物の維持管理システム

変状の進行速度に応じて定期的を実施する定期点検，ならびに地震や豪雨の後に実施する異常時点検とを組合せて行う必要がある。

変状の評価方法については，土木構造物のうち鉄道，ダム，橋梁などのように構造物の変状が直接に人的災害に結びつく恐れがある施設では，一般に施設の状態を的確に診断して災害を未然に防止するという観点から，変状程度に応じた施設の健全度についてきめ細かなランク付けをおこなう。この整理により，直ちに対策を講ずべきもの，早期に対策を講ずべきもの等の緊急度を設定するとともに，監視を強化すべきもの等も明示される仕組みになっている。このような評価や対策の方向の与えかたは，ここで提案する維持管理システムにおいても採用されている。

本資料において提案する維持管理の流れを図-36に示す。維持管理システムの流れは，巡回点検，定期点検および異常時点検とも，まず外観調査を中心とした一次点検を実施する。一次点検の結果ある程度進行した変状が発見され，一次点検の結果だけでは変状の評価を十分に

行う事が出来ない場合は，計測機器等を用いた，より詳細な二次点検を実施する。この二次点検には，実交通により橋梁の挙動を測定したり，試験荷重を載荷しその応答を測定したりして実施する動態調査を含む。

また，変状原因究明のための調査も二次点検に含めることとした。防波堤や岸壁などの港湾構造物においては，波浪や地震等を原因とする変状が水中部や地中部に発生したり，またその構造がきわめて複雑であることなどから，変状の原因や構造の解明のための調査に時間や手間がかかる場合がある。また，対策方法を検討する際に変状の原因を知る必要性が高い。これらのことから，原因究明のための調査をフローの中に位置付けることとし，変状の評価の後で，対策の検討の前に置いている。一方，橋梁においては基礎の地中部および水中部に発生する一部の變状を除けば，變状は空中部に発生し，また一般に變状の構造が複雑ではないためにその原因が比較的推定し易いことから，原因究明のための調査を二次点検に含めた。もちろんこの手順は一般的なものであり，橋梁においても場合によっては変状原因究明のための調査を，變状の評価の後に実施することを妨げるものではない。

つぎに，一次点検または二次点検の結果をもとに，變状の評価を行う。變状の評価は，補修の必要性を判断し，補修が必要なものについては補修の緊急度を判定する。

補修の緊急度を判断する際の橋梁の維持管理の特徴の一つとして，応急処置の問題があげられる。港湾構造物においては応急措置を必要とする事例はあまり多い事ではないと考えられるが，橋梁においては，災害等の異常時に応急措置を必要とすることがある。橋梁が災害等によって交通の安全性に影響する被災を受けた場合など，交通の安全を確保するために，恒久的な補修を行うまで交通制限などの緊急暫定の処置をとることがある。また，舗装の陥没や高欄の破損などのように，變状が供用性に関係するもので比較的容易に対応できるものについては，応急処置を実施した後本格的に補修すべきである。このように，橋梁においては応急処置の重要性が高いことから，応急処置の必要性の判定を變状の評価の中に位置付け，維持管理の手順に明記することとした。

そして対策が必要と判定された變状について，補修工法や補修の時期等を検討し，補修が可能な場合は補修工事を実施する。対策が取り得ないものについては，維持管理の範囲を越えるが，新橋架設の検討を行う。

なお，現段階では補修を必要としない變状であっても，今後進行する恐れのある變状については，その變状箇所を重点点検箇所として指定し，今後の監視を強化するものとする。

また、一次点検および二次点検の結果、変状の原因、変状の評価結果、ならびに補修工事記録はすべてデータとして利用しやすい形で集中管理しておかなければならない。

このほか、図-36に示す維持管理の手順とは別の流れになるために図中に入れなかったが、橋梁の維持管理においても一つの重要なものに維持作業がある。維持作業は、表-1維持管理の概念において維持にあたるもので、日常作業、逐次作業および定期作業からなる。日常作業とは、日常的に行う清掃作業で、路面清掃や標識板の清掃などがある。逐次作業とは、逐次実施する維持のための作業で、橋台および橋脚に堆積した土砂の清掃、錆が発生しやすい桁端部、支承および伸縮装置の部分塗装塗り替えなどがある。定期作業とは、定期的を実施する維持のための作業で、橋梁本体の塗装の塗り替えがある。

これらの作業は、とかく怠りがちなものであるが、橋梁の寿命に対する影響が大きく重要度が高いものである。

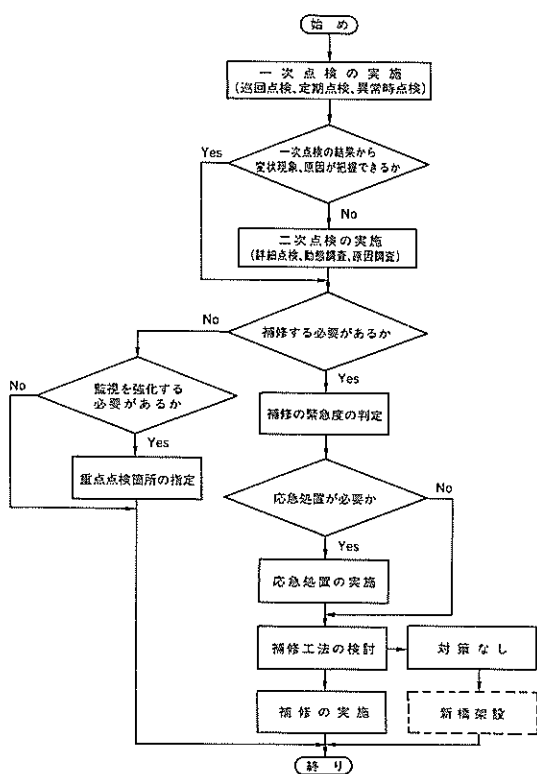


図-36 橋梁の維持管理の手順

5. 変状の点検

5.1 点検システム

点検は、橋梁の維持管理の流れの中で評価に先立って実施するものであり、その目的は以下のとおりである。

- ① 橋梁の状況を把握し、対応すべき変状を早期に見出す。
- ② 変状の原因の究明、変状の構造の解明、評価、ならびに対策の検討に必要な経時的データを得る。
- ③ その他、交通状況を把握するなど。

変状の点検システムとは、点検の種類、項目、点検方法、点検の頻度等の組合せをいう。この点検システムをどのようにすべきかを定めるのに当って考慮すべき事項は、つぎのものである。

① 変状の特性

点検システムを構築するにあたってまず考えるべきものとして変状の特性がある。変状の発生頻度、変状が橋梁の構成部材の安全性に与える影響度、変状が交通の安全性や利便性に及ぼす影響、補修に要するコスト、などを考慮しなければならない。

なお、基礎部を除けば、橋梁の変状連鎖構造は水中にある港湾構造物と比較して単純であり、変状が次々に連鎖していき、原因が見かけの変状と遠い所において変状の原因が推定し難いことや、原因が複数考えられてどれが本当の原因がよくわからず、対策の検討が困難なものなどは、ほとんどないものと考えられる。したがって、変状の連鎖構造については、基礎を除いて一般には考慮する必要はないと思われる。

② 補修の効率性

変状は経時的に進行するものであり、変状がある段階に達するまでは補修が比較的簡単にできるが、補修のタイミングを逸すると、補修にかかる費用や時間が急増する恐れのあるものもある。これらの変状については、適切な時期に補修が行えるように変状の進行速度と点検の時期（頻度）の関係について十分に考慮しなければならない。

③ 点検の難易度、コスト

目視や簡単な計測機器による簡易な点検と、コストのかかる計測機器等を用いた点検を有効に組合せて、効率的な点検システムを構築する必要がある。

④ 利用者の安全

利用者の安全に関わる変状については、出来るだけ早く発見し対策を講じることができるよう、点検システムを構築しなければならない。

以上のことから考えると、点検システムはそれぞれ一

次点検と二次点検から成る巡回点検、定期点検および異常時点検から構成するのがよい。一次点検は、目視もしくは簡易な計測機器を用いて、幅広く橋梁の状態を把握するために行うものである。二次点検は、一次点検において変状が発見され、一次点検の結果のみでは変状の評価が困難であったり、変状の原因が解明出来ない場合に一次点検よりも詳細に変状の状態を調査するものである。二次点検には、詳細点検、動態調査、変状の原因究明のための調査などがある。

5. 2 巡回点検

(1) 目的

巡回点検は、道路管理のために行う道路の巡回点検にあわせて実施する点検で、その目的は、事故などを原因とする変状の早期発見、交通の安全・円滑の確保などである。

(2) 点検の頻度

一般国道の場合、指定区間では原則として1日1回巡回点検を実施している。また、地方道路においては道路の重要性に応じて、週に1～3回巡回点検を実施している。橋梁の巡回点検も当然ながら、道路の巡回

点検に併せて実施されている。

主都高速道路公団における橋梁の巡回点検（日常点検）を例にとると、巡回点検を目的等の違いによって三種類に分け、点検の頻度を次のように規定している。

① 高架上（路上）パトロール＜昼間＞

交通に支障のある損傷や、落下物の有無の点検。昼間に1回/日。

② 高架上（路上）パトロール＜夜間＞

主として標識および電気設備関係等に着目して行う点検。夜間に一回/週。

③ 高架下（路上）パトロール

構造物の損傷および落下物の発見。昼間に一回/週。

臨港道路における橋梁の巡回点検の頻度は、港湾管理者の管理体制によって差異は生じるであろうが、道路や橋梁の重要性、交通量等から適切に定めなければならない。

(3) 点検項目

巡回点検における点検項目と点検内容を表-4に示す。

表-4 巡回点検の項目

点検項目	点検内容
舗装	ひびわれ、段差・凹凸、わだち掘れ等
伸縮装置	継手の陥没、盛り上がり、後打ち材の破損等
高欄・ガードレール	変形、破損等
排水施設	破損、欠陥、滞水状況等
照明施設	点灯状況等
その他	交通誘導施設の状況、不法占用物の有無、障害物の有無等

① 橋面の舗装

臨海部の橋梁の劣化実態調査結果によれば、舗装の変状の発生頻度は、鋼橋で11%、コンクリート橋で8%であり、比較的よくみられる変状である。その変状の内容は、舗装のひびわれ、段差、凹凸、わだち掘れなどである。

巡回点検においては、要注意箇所の点検のほか、伸縮継手の破損による路面の急激な破損の発見や、事故などによる破損の発見を主な目的とする。

橋面舗装の異常は、自動車の走行の快適性の低下や事故の原因となるばかりでなく、自動車走行の衝撃によって床版の耐久性を低下させたり、伸縮装置の破損を促進させるものである。したがって、橋面

舗装の異常は巡回点検によって早期に発見する必要がある。

巡回点検においては、路面のよごれ、ひびわれや凹凸の有無等を点検する。

② 伸縮装置

伸縮装置は、けた端の構造的に弱い部分にあり、車輪荷重の繰返し載荷を受けるほか、橋げたの温度変化による伸縮やたわみ変位の影響を受けるため、伸縮装置本体のみならず、床版との取り付け部分が破損しやすい。劣化実態調査の結果からみると5～8程度の橋梁の伸縮装置に破損、背後舗装のクラック等の異常が見られる。

伸縮装置の異常は、交通事故の原因となるほか主

表-5 各機関における定期点検の頻度

機 関 名	点検の頻度	備 考
首都高速道路公団	1回/5～7年	
阪神高速道路公団	1回/5～7年	
日本道路公団	1回/年	必要に応じ詳細点検を行う
建設省近畿地建	1回/5～7年	
建設省北陸地建	1回/年	必要に応じ詳細点検を行う

構造の欠陥へ発展する恐れがある。また、一度破損すると補修しにくい箇所である。したがって、巡回点検によって早期に発見する必要がある。

巡回点検においては、車上または路上からの目視、走行による異常音および車上感覚の異常の有無によって、継手陥没および盛り上がり、後打ち材の破損等を点検する。

③ 高欄・ガードレール

高欄・地覆の破損は行車両の衝突によるもののほか、伸縮装置の異常から生じる場合もある。これらの破損は、構造上の問題がなくても歩行者等に不安感を与えるため、早急に対策を講じる必要がある。

巡回点検においては、高欄・ガードレールの変形、破損を調査する。

④ 排水施設

排水施設は、ますや蓋などの橋面施設、排水管や支持部材などの導水施設、および集水施設からなる。橋面施設の欠陥は、路面の滞水を招き、車のスリップ等の原因となったり、通行人へ被害を与える。また、ますや蓋等の破損は、直接に交通事故の原因となる。導水施設の破損は、雨水の漏水をきたし橋梁の下の通行人などに迷惑となるなどのほか、漏水が鋼構造物の腐食の原因となる。集水施設の欠陥は、橋梁下が道路の場合は道路排水と同様に路面滞水をきたす。

排水施設の欠陥は、降雨時や融雪時に顕れやすい。このため、降雨時等に橋上の滞水状況を観察したり、橋梁下の導水施設の状況を観察する必要がある。また、交通障害を起こす恐れのある排水ますや蓋等の欠陥は、巡回点検によって点検を行う。

⑤ 照明施設

道路照明の点灯不良は、歩行者などに不安感を与える。夜間に照明灯の点灯状況を点検する。

⑥ その他

巡回点検においては、この他に交通誘導施設の状

況、不法占有物や障害物等の有無などを点検する。

(4) 点検要領

巡回点検は、通常はパトロールカーからの目視による観察や走行感覚により点検を行うもので、必要に応じて徒歩による点検や橋梁下の点検を行う。巡回点検によって異常が発見され、この結果のみでは変状の評価が困難であったり、変状の原因が解明できない場合は、より詳細な二次点検を実施する。二次点検では、必要に応じて計測機器を使用する。

巡回点検では、点検項目が多岐にわたっているため、これまでの当該橋梁の定期点検等の結果や、重点点検項目を十分に把握して、点検の目標を設定して巡回点検を実施する。

点検方法と記録方法は、できるだけ個人差を排除できる方法にすべきであり、方法、器具および記録用紙を統一する。巡回点検の記録は、日誌に点検項目ごとに○×式のチェック方式を取入れて異常の有無、変状の状態を記入する様式を設けて記帳する。

5. 3 定期点検

(1) 目的

定期点検の主な目的は、進行型の変状を中心として、巡回点検で確認しえなかった細部にわたり橋梁の状態を定期的に把握し、構造物の健全度の評価および対策の検討に必要なデータを得ることである。

(2) 点検頻度

橋梁に関わる各機関が定めた定期点検の頻度を表-5に示す。日本道路公団と北陸地建の2機関が年に1回の定期点検を行い、他の3機関では5～7年に1回の定期点検を行うこととなっている。定期点検を5～7年に1回行うというのは、橋梁の点検を詳細に行うためには足場が必要であり、5～7年周期に行う塗装の塗り替え時の足場を利用して点検を実施しているというものである。

定期点検の頻度は、橋梁の置かれている環境、交通量、橋梁の重要度、橋梁各部の状況、ならびに点検項

目の特性などを考慮して決定しなければならない。また、定期点検の内容と頻度は、巡回点検の内容とも関連している。以下に点検項目ごとに標準的と考えられる点検の頻度を記述する。

(3) 点検項目

定期点検における点検項目と点検内容を表一6に示す。なお、①～⑤は巡回点検における点検項目でもあり、巡回点検の項を参照のこと。

① 橋面の舗装

年に1回測定器具を用いて舗装の状況を点検する。測定項目は、段差、凹凸、わだち掘れ、ひびわれ・ひらき、すべり、よごれなどである。

② 伸縮装置

伸縮装置の作動状況については、夏冬2回の調査で確認する。伸縮装置の点検項目は、伸縮装置本体の破損・陥没・盛り上がり、アンカー部材の破損、継

手周辺部の後打ち材の破損、周辺舗装部の破損などである。定期点検の頻度は1回/月とする。

③ 高欄・ガードレール

高欄の変形、破損、地覆のひびわれの有無を点検する。定期点検の頻度は1回/年とする。

④ 排水施設

排水ます、排水管および集水施設の土砂・ごみの堆積、部材の腐食、変形等の有無を点検する。排水管と集水施設については、高圧洗浄によって管内を清掃する際に目視によって点検する。点検頻度は1回/年とする。

⑤ 照明施設

照明施設の状況を点検する。点検頻度は1回/年とする。

⑥ 支承

支承は、上部構造と下部構造の接点において、応

表一6 定期点検の項目

点 検 項 目	点 検 頻 度	点 検 内 容
舗装	1回/年	段差、凹凸、わだち掘れ、ひびわれ・ひらき、すべり、よごれ
伸縮装置	1回/月 2回/年	本体の破損・陥没・盛り上がり、アンカー部材の破損 伸縮装置の作動状況
高欄・ガードレール	1回/年	変形、破損、地覆のひびわれ等
排水施設	1回/年	土砂・ごみの堆積、部材の腐食、変形等
照明装置	1回/年	点灯状況等
支承	1回/年	本体の破損・部材劣化・ごみの付着状況、アンカーボルト・セットボルトの変状・破損・ナットの弛緩状況、支承座コンクリート・充填モルタルのひびわれ、その他
床版（コンクリート床版）	2回/年（目視） 5～7年毎（詳細点検）	ひびわれ、はく離、鉄筋腐食、コンクリート劣化
床版（鋼床版）	2回/年（目視） 5～7年毎（詳細点検）	塗装の状況、腐食状況
塗装	5～7年毎	変色、白亜化、ふくれ・われ・はかれ、錆等
構造部材（鋼橋）	1回/年（目視） 5～7年毎（詳細点検）	部材の曲がり、ねじれ、切損、ひびわれ、腐食等
構造部材（コンクリート橋）	1回/年（目視） 5～7年毎（詳細点検）	部材のひびわれ、はく離、鉄筋露出、腐食等
下部構造	1回/年	部材のひびわれ、はく離、鉄筋露出、コンクリート劣化 躯体の移動・沈下・傾斜、基礎の洗掘

力の伝達と緩衝の役割を果すものである。支承の変状の原因としては、設計および施工の不適切なことによるもののほか、維持管理が不十分なことによるもの、上部構造または下部構造の変位によるものなどがある。維持管理が不十分なものとしては、すべり面やころがり面への塵埃等の混入、排水施設の損傷による漏水、ボルトまたはナットのゆるみや抜け落ちなどがある。

劣化実態調査の結果では、2～7%の橋梁に異常がみられ、その内容は錆の発生、杵座のひび割れなどである。

支承部の点検内容は、次のとおりである。支承本体の破損および部材劣化の有無、ならびにごみなどの付着状況、アンカーボルト・セットボルトの変状・破損およびナットの弛緩状況、支承座コンクリート・充填モルタルのひびわれ。

点検頻度は1回/年とする。

⑦ 床版

床版は、橋面に加わる荷重を支え、直接または主桁を通じて下部構造に力を伝達する役割を持つ。床版には、直接自動車の輪荷重が加わり、また局部的応力集中、路面の損傷や伸縮継手の損傷によって生ずる衝撃など道路橋の主要部材のなかで最も苛酷な応力を受ける。

道路橋の床版には、場所打ち鉄筋コンクリート床版、鋼床版、プレストレストコンクリート床版などがあり、このうち場所打ち鉄筋コンクリート床版がもっともよく用いられる。

コンクリート床版の変状の原因としては、過大な輪荷重の作用、施工不良、床版の剛性不足、支持けたの不等沈下などがあげられる。

鉄筋コンクリート床版およびプレストレストコンクリート床版の点検内容は、ひびわれ、はく離、鉄筋腐食、コンクリート劣化などである。また、鋼床版の点検内容は、塗装および腐食の状況である。

床版は、輪荷重の影響を直接受けるために、欠陥が生じると急速に悪化しやすい。このため、できるだけ早期に欠陥を発見し、適切な対応を計る必要がある。点検の頻度は、目視による点検においては年に2回、また点検足場または塗装塗り替え用の足場を用いた詳細な点検においては5～7年毎とする。

⑧ 塗装の状況

塗装の耐久性は、塗料の種類によって異なるのはもちろん、架設地点の自然環境などと関連が強く、紫外線、温度、水分、海塩粒子、大気汚染物質等の

外的要因によって塗膜内に化学変化を起し、光沢の減退、変色、白亜化、亀裂、ふくれ、はがれなどの減少が生じる。

塗装の劣化は、程度の差はあるが、いずれの環境下の橋梁においても、特定の部位に発生する傾向がある。例えば、箱桁の下フランジ、外桁の上フランジ下面、リベット頭部、溶接部などに発生しやすい。

塗装の耐久性と自然環境の関連性を劣化実態調査の結果からみると、橋梁が内陸部に行けば行くほど、つまり海岸環境の影響を受けにくくなるほど、塗装の耐久性が長くなる傾向がある。

塗装についての定期点検の内容は、変色、白亜化、ふくれ・われ・はがれ、錆などである。一般的な点検注意箇所は、桁端部周辺、箱桁や鈹桁の下面、床版からの漏水部周辺、下フランジ上面および隅角部などである。

点検の頻度は、目視による点検においては年に2回、また点検足場または塗装塗り替え用の足場を用いた詳細な点検においては、塗装の種類および自然環境を十分考慮して決定する必要があるが、標準的には5～7年毎とする。

⑨ 構造部材の状況

構造部材の変状を、日常行われる巡回点検において発見することは困難であり、定期点検によって構造部材の状況を点検する。

イ. 鋼橋

鋼橋における構造部材は、主桁やトラスの主構などの主構造部材と、対傾構、横構、橋門構、支材などの二次部材に分類される。これらの構造部材において変状が発生する箇所、内容および程度は、橋梁の構造形式、応力状態、発生原因、架設地環境、管理状況などによりさまざまである。構造部材においては、変状が小さいものであっても、橋梁の破壊に進行する可能性があるものもあり、注意を要する。

主構造部材および二次部材の定期点検の内容は、各部材の曲がり、ねじれ、切損、ひびわれ、腐食等であり、目視によって点検する。

点検の頻度は、目視による点検においては年に1回、また点検足場または塗装塗り替え用の足場を用いた詳細な点検においては塗り替えのインターバルに応じて決るが、一般的には5～7年毎とする。

ロ. コンクリート橋

コンクリート橋の主要構造部材に発生する変状

の箇所、内容、程度もまた、橋梁の構造形式、使用条件、発生原因、架設地環境、管理状況などによってさまざまである。コンクリート橋においては、鋼橋に比べて自重と剛性が大きく、活荷重によって落橋する危険性は少ない。しかし、コンクリート部材においては、変状が時間とともに進行し増大する危険性がある。したがって、比較的簡単に補修ができる段階で変状を発見する必要がある。

主要構造部材の定期点検の内容は、各部材のひびわれ、はく離、鉄筋露出、腐食などである。

点検の頻度は、目視による点検においては年に1回、また点検足場を用いた詳細な点検においては一般に5～7年毎とする。

⑩ 下部構造の状況

橋梁の下部構造のうち、橋台、橋脚の躯体は、上部構造からの荷重を基礎に伝える機能を持つ。このために、躯体は上部構造からの荷重の影響、および基礎の変状の影響を受けやすい。

下部構造の変状には、橋台、橋脚等の構造部材としての変状と、基礎構造としての変状がある。一般的な形式においては、橋台および橋脚において容易に発見できる変状は、空中にでていて目視ができる躯体部に限られる。目視ができない隠れた部分の変状は、その変状がかなり進行して、構造物に変位を与える段階にならないと発見できないことが多く、注意を要する。

橋台、橋脚の定期点検の内容は、コンクリート構造物としてのひびわれ、はく離、鉄筋の露出、コンクリートの劣化、ならびに躯体の移動、沈下、傾斜、基礎の洗掘などである。

コンクリート構造物として最も端的に現れる変状はひびわれであり、ひびわれなどの点検箇所は橋台、橋脚の全般にわたるが、特に重点的に点検すべき箇所として、以下のものがある。

- イ. 橋台の胸壁と橋座との打継目
- ロ. 橋脚の片持張出部、隅角部、断面急変部
- ハ. 水面付近
- ニ. 支承座の周辺

橋台、橋脚の躯体の変位は、上部構造の変状、基礎の変状、周辺地盤の変状などの影響を受けるため、躯体そのものだけでなく、上部構造の支承部付近の状況、基礎の状況、周辺地盤の状況についても調査する必要がある。

点検の頻度は、年に1回とする。

(4) 点検要領

定期点検は、目視や簡単な計測機器を用いた点検を主体としている。定期点検によって異常が発見され、この結果のみでは変状の評価が困難であったり、変状の原因が解明できない場合は、より詳細な二次点検を実施する。二次点検では、必要に応じて計測機器を使用する。

定期点検では、細部にまでわたって点検を行うため、橋梁点検車を用いることが望ましい。また、重要な橋梁においては、あらかじめ点検用の検査路を設置するのが望ましい。

定期点検の記録については、巡回点検に準ずる。

5. 4 異常時点検

(1) 目的

異常時点検は、地震などの異常外力等が作用し、橋梁に災害型の変状が発生した場合に、橋梁の状態を緊急に把握し、対応を図るために行うものである。

(2) 点検の対象とする異常時および重点点検箇所

異常時点検を実施すべき異常時を表-7に示す。また、異常時の点検項目は、巡回点検または定期点検の項目に準じるが、災害を対象として行う点検ではそれぞれ以下の項目を重点的に点検する。

① 地震

橋梁に対する地震の影響は、地震の規模や地震波形、橋梁の固有周期、橋梁の耐力、基礎の状態などの多くの要素によって異なる。このため、いかなる地震が発生したときに点検を実施すべきかの判断はかなり難しい。道路橋では、一般に気象庁震度階級Ⅳ～Ⅴ程度の地震には十分耐えられるように設計されている。しかし、安全側に立ち、港湾構造物の設計における地域別震度0.1未満の地域は、80 gal以上もしくは震度Ⅳ以上の地震、地域別震度0.1以上の地域は、100 gal以上もしくは震度Ⅴ以上の地震を点検の対象とする。

また、一般に地震によって主構造が直接被害を受けることは少なく、変状の多くは基礎構造や下部構造の変状に伴って二次的に発生する。このため、支承部、支点付近の部材、落橋防止装置、橋台および橋脚の移動、沈下を重点点検箇所とする。

② 台風、集中豪雨

台風または集中豪雨による河川の異常出水が橋梁に及ぼす影響についても、出水の状況、橋梁の基礎等の状況によって異なり、どの程度の台風または集中豪雨の場合に点検を実施すべきかの判断は難しい。当該橋梁の過去の出水状況と橋梁の状況を参考

表一七 点検の対象とする異常時

異常時の種類	点検の対象とする異常時	重点点検箇所
地震	地域別震度0.1未満の地区 80galまたは震度Ⅳ以上 地域別震度0.1以上の地区 100galまたは震度Ⅴ以上	支承部、支点付近の部材、落橋防止装置、橋台・橋脚の移動・沈下
台風、集中豪雨	過去の状況をもとに判断する	橋台・橋脚の洗掘・沈下・傾斜、上部構造の移動・破損等
火災	塗装等が変色した場合	鋼部材の塗装の変色箇所 コンクリート部材の変色箇所
衝突事故	部材等に変位、変形が生じた場合	衝突箇所、衝突部材の連結箇所等
その他	豪雨、地滑り等	

に判断するものとする。

台風や集中豪雨による変状についても、橋梁の主構造が直接に被害を受けることは少なく、河川の出水によって基礎部が被災し、上部構造に影響を及ぼす。したがって、重点点検項目は、橋台および橋脚の洗掘による沈下、傾斜、上部構造の移動、破損等である。

③ 火災

橋梁上、橋梁下、沿道などの火災による橋梁部材への影響は、部材の受熱温度によって決まる。しかし、火災の場合に鋼材等の温度を測定することは困難である。鋼構造物が熱によって影響を受けるのは400度前後であり、一般の塗装の色調が変化するのは200度程度である。このため、安全をみて、塗装等が変色した場合に点検を実施するものとする。

火災における重点点検箇所は、鋼部材においては塗装の変色箇所、コンクリート部材においてはコンクリート部材の変色箇所とする。

④ 衝突事故

衝突事故によって橋梁部材等に変位、変形が生じた場合点検を実施する。

重点点検箇所は、衝突箇所、衝突部材の連結箇所等である。

⑤ その他

その他、豪雪、地滑りなどの異常が発生した場合、異常時点検を実施する。

(4) 点検要領

異常時の点検要領は、巡回点検または定期点検の点検要領に準じる。ただし、異常時における点検においては、道路状況の把握、道路情報の連絡などのほか、

異常気象時における気象状況の把握等に配慮しなければならない。

(5) 災害直後の対応

災害直後の対応においては、その緊急性、安全性を考え、迅速な対応が求められる。それには、正確な情報をいかに早く入手するかにかかっており、基本的には現場に急行し、できるだけ早く橋梁全体を目視によって点検し、異常の有無を確認することである。現場に到着した後は、橋梁の状態により次のとおりに対応する。

a) 一見して通行不可能と判断される場合

一般車両等の通行は考えられないので、少しでも早く供用が再開できるように、応急処置のために必要な条件が得られるように迅速に調査する。

b) 一見して通行が可能と思われる場合

できるだけ早く橋梁全体を目視によって点検し、異常の有無を確認する。もし、通行の可否に関わる異常が認められれば、交通止め等の処置を講じ安全を確保した後、a)と同じ対応をする。

災害時の対応にあたっては、各種のケースを想定して、連絡体制、点検の手順および分担、各関係機関との協力体制等の対応方法を定めておくことが望ましい。また、点検に必要な備品（現場へ急行するための二輪、四輪または橋梁点検車、現場で使用する梯や足場材等）を常備しておく必要がある。

6. 変状の評価

6.1 評価の観念

変状の評価とは、変状の状態と原因についての点検結果を基に、発見された変状について対処方法を決定する

ことである。対処方法の中心となるのは変状に対する補修であり、橋梁の変状がどこまで進んだら補修を行うかということが議論の中心となる。これを判断するにあたっては、どのような観点に立つかによって判断基準は大きく変わってくる。この観点として考えられるのが以下のものである。

- ① 施設の構造上の安全性からの観点
- ② 施設の利用上、美観上からの観点
- ③ 施設の維持費用からの観点

本資料においては、上記①および②の観点からの変状の許容可能な状態（変状許容限界という）を踏まえた上で、③施設の維持費用からの観点、つまり変状の軽い段階でこれを発見し、必要に応じて補修を行って経済的、効率的に施設を維持していくことを目標とする。このため、上記①および②の各観点からの変状許容限界を検討し、③の観点に基づいた変状の評価方法について述べる。

(1) 施設の構造上の安全性からの観点

橋梁の構造上の安定性からの観点とは、橋梁の部材に生じた変状が進行し、部材もしくは橋梁全体の安全性を損ねるようになった段階で補修を行うというものである。

鋼橋では、部材の欠陥が橋梁の安全性に影響することはまれである。これは、鋼材の性質上部分的な強度の低下があっても、橋梁全体の強度低下に直接つながらないためである。また、コンクリート橋においても、床版を除いて安全性に直接影響する部材の欠陥は少ない。

だからといって、この観点のみにたって、変状をそのまま放置しておくと、変状がどんどん進行し、他の欠陥の誘引ともなって変状が拡大し、さらに耐荷力が低下し橋梁の寿命の短縮を招く恐れがある。そして、橋梁の安全性が確保されなくなった段階まで放置すると、事故発生の恐れがあるのみならず、補修に莫大な費用がかかることとなる。

したがって、この観点のみにたって補修する時点を設定することは現実的ではなく、実際は施設または部材の破壊までの時間的余裕、施設の重要度、そのほか財政事情などを考慮した担当者の判断に委ねられている。

(2) 施設の利用上、美観上からの観点

港湾の諸施設と橋梁を比較した際の橋梁の持つ特徴の一つに、供用性と美観があげられる。一般に港湾の施設の利用者は限定されているし、施設の機能も利用そのもののみではなく多様性を持つものである。また、近年でこそ一部の港湾施設の美観を問題にすることが

あるが、一般には美観は問題とならないことが多い。しかし、橋梁においては、その機能はすなわち一般の人を対象とした利用そのものである。また、土木構造物のなかでも最も美観に注意が払われるものの一つであるといっても過言ではない。したがって、橋梁においては、変状が発生し利用性や美観に問題が生じた場合、対応の必要性が生じる。

この、利用上、美観上の観点からの評価区分を変状の程度の軽いものから示すと次のようになる。

- イ. 外観上特に変状なし。
- ロ. 利用上の問題はないが、美観上変状が目立つ（評価は主観的になりがち）。
- ハ. 美観上だけでなく利用上の支障が生ずる。

これらの評価区分に対する（特にロに対する）処置方法は、現状においては明確にされていない。施設の維持費用の観点をあわせて考えると、さらに進行する恐れのある変状については、補修費用が小さくてすむうちに補修を施すことが重要であり、これは③施設の維持費用からの観点による。

(3) 施設の維持費用からの観点

施設の維持費用からの観点とは、施設の耐用年数内における補修費用の総額を最小にするように補修を行ってゆこうというものである。もし、各変状においてある変状段階からつぎの変状段階へと変状が進行していく確率と、各変状段階における補修費用がわからないものとするならば、これらから期待補修費用を算出し、あらかじめ期待補修費用が最小となる変状の段階を決定しておき、点検によって確認された変状がこの段階に達しているかどうかで点検結果を評価することができる。

しかし、実際には変状の進行に関する確率が算定できるデータも得られていないし、様々な変状の各段階における補修費用をあらかじめ算定しておくことも容易ではない。

このため、本資料においては、上記期待補修費を最小にする概念に準じる方法として、構造の安定上、および利用上、美観上の観点に変状の進行速度の観点をあわせて考慮して変状の評価区分を設定し、それぞれの区分に応じて補修方針を決定する方法を用いた。

変状の評価の手順は、まず補修の必要性について判断する。つぎに、補修が必要と判断されたものについて補修の緊急度について判定する。この補修の緊急度の判断には、応急処置の必要性の判断が含まれる。そして、補修の緊急度に応じ対策を検討する。

6. 2 補修の必要性の判定

(1) 判定の区分

補修の必要性の判定は、一次点検または二次点検によって発見された変状を、次の四つのいずれかに区分することによって行う。

- ① 補修を要する。
- ② さらに、詳細調査、動態調査、原因究明のための調査を要する。
- ③ 現時点では補修を要しないが、今後の監視を強化する必要がある。
- ④ 補修を要しない。
- ⑤ 新橋の架設が適切である。

①は、欠陥の程度が著しいもの、構造物の安全性が低下しているもの、欠陥に進行性があるもの、橋梁の利用や環境に影響があるものなどである。

②は、点検結果だけでは変状の状態や原因が明確でなく、判定が困難なものである。

③は、現状では欠陥の程度が軽度であり、補修を要しないが、変状が進行すると補修が必要となる可能性があるものである。

④は、変状はあるが進行性が低く、安全性や機能性に影響がないもの、安全性や機能性に影響はあるが軽微であり補修を要しないものなどである。

⑤は、維持管理の範囲を逸脱する判断であるが、大がかりな補修を計画する場合には、補修と新橋の架設を比較検討する必要がある。(図-35橋梁の維持管理の手順においては対策工の検討に位置付けている)。補修と新橋架設を比較するときは、補修に要する費用と橋梁の新設に要する費用との単純な比較のみでなく次の事項に配慮する必要がある。⁹⁾

イ. 既設橋の老朽度、架設年度

老朽度の著しい橋梁では部分的な補修を行っても、それ以外の部分に弱点があれば、橋梁自体の耐用年数の増進に役立たない場合もある。

ロ. 将来交通量と既設橋の幅員および設計荷重

将来の自動車交通量、特に重車両交通が多く見込まれる橋梁では、近い将来に幅員狭小や耐荷力不足の理由で、橋梁の架け替えの必要が生じる場合もある。

ハ. 既設橋の構造

既設橋の構造が複雑なものより簡単なものほど、確実な補修効果が期待できる。

ニ. 前後の道路線形や道路の改築計画

前後の道路線形が不良の場合には、近い将来に線形改良をかねた橋梁の架け替えが必要となる場合がある。

ホ. 関係河川の改修計画

河川を渡る橋梁では、将来に河川の改修事業により橋梁の架け替えの必要が生じる場合もあるので、河川改修計画を検討する必要がある。

(2) 補修の必要性の判断基準

点検によって発見された変状に対してどのような判定をするかは、橋梁の安全性、供用性; 変状の進行性、環境に対する影響などを考慮し、総合的に判断しなければならない。補修の必要性の判定には、表-8補修の必要性の判断基準を用いることができる。表には、判断基準と細目が示してある。判断基準は、次のとおりである。

- ①: 部材の応力が許容応力度を越えるなど、構造の安定上問題がある。
- ②: 車の走行機能や歩行者の通行上問題がある。または、美観上、環境上などの問題がある。
- ③: 現状では特に問題はないが、変状がさらに進行する可能性があり、安全性や機能性などが損われる恐れがある。
- ④: 当該部材は健全であるが、これと関連した部材を補修または取替えることにより、構造的な取扱い上取替を余儀なくされる。
- ⑤: 時代の変化に伴う高質化の要請から、補修や取替が必要となる。

判定の対象とする変状が、これらの判断基準に一箇所でも該当した場合、補修が必要であると判断するものとする。実際のケースでは、複数の事項に該当する場合もある。

6. 3 補修の緊急度の判定と補修方針

補修が必要と判定された変状について、変状の状態、安全性や供用性に対する影響、変状の進行性などをもとに補修の緊急度のランク付けを行い、緊急度のランクに応じて補修の方針を決定する。これを表として整理したものを表-9に示す。

緊急度Aは、橋梁の主要部または供用性に強く関わる部位に重大な変状が発生し、橋梁の安全性が欠如したり、供用の安全性が確保されなかったり、供用性が失われたものなどである。これらの変状に対しては、直ちに応急処置を行い、供用の安全性や供用性の確保に努め、その後に恒久的な補修を行う。

緊急度Aは、橋梁の主要部または供用性に関わる部位に大きなまたは中程度の変状が発生し、橋梁の安全性または供用性が低下したものなどである。これに対しては、早急に補修を行う。

緊急度Bは、橋梁の主要部またはその他の部位に軽度

表－8 補修の必要性の判断基準

記号	判断基準	細目
①	構造安定	ア. 構造として成立っていない。 イ. 部品を紛失している。 ウ. 原型を著しく損っている。 エ. 材料の腐食等による断面減少のための部材の応力が許容応力度を越える。 オ. 荷重条件の変化により部材の応力が許容応力度を越える。 カ. 構造系の変化により部材の応力が許容応力度を越える。 キ. 外的な力が加わっており部材の応力が許容応力度を越える。
②	機能性等	ア. 車の走行機能や歩行者の通行止問題がある。 イ. 美観上問題である。 ウ. 環境に対して問題がある。
③	変状進行	ア. 現状では特に問題はないが、変状が進行する可能性があり将来安全性や機能が損なわれる恐れがある。
④	取合構造	ア. 当該部材は健全であるが、これと関連した部材を補修または取替えることにより、構造的な取合いが取替を余儀なくされる。
⑤	高質化	ア. 時代の変化に伴う高質化の要請から、補修や取替えが必要となる。

表－9 補修の緊急度と補修方針

緊急度	変状の範囲と程度	変状の影響と進行速度	補修方針
AA	橋梁の主要部または供用性に強く係わる部位に重大な変状が発生	橋梁の安全性が欠如 供用の安全性が確保されない供用性が失われる	直ちに応急処置を行う。その後に恒久的な補修を行う
A	橋梁の主要部または供用性に係わる部位に大きなまたは中程度の変状が発生	橋梁の安全性が低下 供用性が低下	早急に補修を行う
B	橋梁の主要部またはその他の部位に軽度な変状が発生	現時点では橋梁の安全性および供用性に問題はないが、変状が進行する恐れがあり、進行すればAランクとなる	できるだけ早期に補修する 監視を強化する
C	橋梁の主要部またはその他の部位に軽微な変状が発生	橋梁の安全性や供用性に影響が少ない。また、変状が進行する恐れがない 美観のみの問題	機会をみて補修する 現状のまま状況をみる 清掃を行う 監視を強化する
S	変状なし	変状なし	現状のまま

の変状が発生し、現時点では橋梁の安全性および供用性に問題はないが、変状が進行する恐れがあり、進行すればAランクとなるものである。これは、できるだけ早期に補修する。また、それまでの期間は監視を強化する。

緊急度Cは、橋梁の主要部またはその他の部位に軽微な変状が発生し、橋梁の安全性や供用性には影響が少なく、また変状が進行する恐れのないものである。これに対しては、機会をみて補修する、現状のまま状況をみる、清掃を行うなどとする。また、一応監視を強化するものとする。

実際の橋梁の維持管理においては、点検によって発見され補修が必要と判定された変状について表-6 補修の緊急度と補修方針における緊急度にするかを決定し、当該橋梁の機能の重要度や財政事情等を総合的に勘案し、その対策をたてることができる。

この緊急度の判定にあたっては、表-10に示す評価判定のガイドラインを参考にすることができる。ここに示すガイドラインは、橋梁に発生する変状の一部ではあるが、記述されていない変状についてもこの表を参考にすることができる。この表の作成にあたっては、指標の数値化が可能なものについてはできるだけ数値化することとした。

実際の判定にあたっては、この表のほか、対象施設の構造型式、変状の発生箇所、内容および規模、安全性および供用性に対する影響、変状の進行速度、発生原因、施設的环境条件等を総合的に検討しなければならない。

① 舗装

橋面の舗装の点検結果から、変状の位置、規模、形式などを整理し、その変状が与える走行感覚や走行の安全性への影響、橋梁構造物への影響、騒音および振動の程度、変状の進行性、道路の重要度、制限速度、橋梁の置かれている環境などを判断し、補修の緊急度を決定する。表-10には、数値化が可能な段差、路面の凹凸、わだち掘れ、ひびわれについて緊急度評価のガイドラインを記述した。

② 伸縮装置

伸縮装置の変状は、伸縮装置の形式によって異なるため、代表的な4つの形式の変状と、各形式に共通した変状について記述した。

③ 高欄・ガードレール

高欄や地覆の変状については、構造上の補強の必要がないものでも、外観が悪いもの、歩行者に危険感を与えるものなどについては、ランクBとし、できるだけ早期に補修するものとした。

④ 排水施設

排水施設の補修の緊急度の判定においては、交通に対する安全性のほか、環境に与える影響が問題となる場合がある。橋面の排水施設については、交通の安全性に重点を置いて評価を行う必要がある。また、排水施設の欠陥が、周辺部の家屋や交通に影響を与える場合には、補修の緊急度のランクを高くしなければならない。

表-10においては、一般的な港湾の道路を対象として、直線の橋梁で、橋梁の下は、河川や海面の場合のガイドラインを示した。

なお、「道路橋の点検補修」¹⁰⁾において、都市内の高架道路を対象として、橋面施設、ならびに導水施設および集水施設について、供用性、環境条件および故障度から補修緊急度の総合判定をノモグラフを用いて行う方法が説明されている。

⑤ 照明施設

照明施設の点灯不良は、供用性に対する影響が大きいため、Aランクとする。

⑥ 支承

支承部の変状は、支承本体の変状と、支承と上下部構造の取付部の変状に大別できる。表-10には、これらの変状を、変位・変形・破損、継手・取付部のゆるみ、および腐食に分類してガイドラインを示した。

⑦ 床版

道路橋の床版のうち維持管理上問題となるのは、コンクリート床版である。鉄筋コンクリート床版に生じる変状は、他の鉄筋コンクリート構造物と同様に、コンクリートのひびわれ、床版の陥没・抜け落ち、はく離、鉄筋露出、鉄筋腐食、コンクリート劣化などである。これらの変状は、いずれも部材の安全性に関するものであるが、このうち床版として特に問題となっているのが床版の陥没・抜け落ちである。床版における抜け落ちは、コンクリートの圧壊や鉄筋の破断によって生じるのではなく、床版の引張縁に生じたひびわれが時間とともに発達し、亀甲状のひびわれが形成され、コンクリートの連続性が失われ部分的にコンクリートが陥没したり抜け落ちたりするものである。

このため、表-10には、コンクリート床版の変状のうちコンクリートのひびわれについて緊急度判定のガイドラインを示した。

⑧ 塗装

鋼橋の塗装の塗り替えは、塗膜劣化や腐食が著しくならないうちに行うのが理想的である。腐食が著しくなると、塗装の下地処理の手間がかかり、塗装量も増加する。したがって、塗膜劣化の兆候が現れているが、

表一10 緊急度判定のガイドライン

項目	変状の種類	Cランク	Bランク	Aランク	AAランク
舗装	段差 路面凹凸 わだち掘れ ひびわれ	最大段差10mm未満 最大凹凸20mm未満 わだち掘れ量10mm未満 微細	最大段差10～15mm 最大凹凸20～50mm わだち掘れ量10～20mm ひびわれ幅3mm未満	最大段差15mm以上 最大凹凸50mm以上 わだち掘れ量10mm以上 ひびわれ幅3mm以上	車両走行が危険な陥没など
伸縮装置 切削目地 突合せ後付形式	目地部周辺の舗装部の陥没 目地材の脱落 シール材の脱落 舗装と後打ち材とのはく離 後打ち材の部分陥没 後打ち材の角欠け 後打ち材の角欠け ゴムの破損	陥没幅5cm未満 はく離長3m未満、はく離幅5mm未満 陥没長3m未満、陥没幅0.2m未満 角欠け長3m未満、角欠け幅0.2m未満 破損長0.5m未満、ゴムの摩耗量5mm未満 はく離量0.2m未満 陥没深さ3mm未満、盛上がり高さ5mm未満	陥没幅5～10cm 脱落長1m未満 はく離長3m以上、はく離幅5mm以上 陥没長3m以上、陥没幅0.2m以上 角欠け長3m以上、角欠け幅0.2m以上 破損長0.5m以上、ゴムの摩耗量5mm以上 はく離量0.2m以上 陥没深さ5mm以上、盛上がり高さ10mm以上	陥没幅10cm以上 目地材の脱落 脱落長1m以上 はく離長3m以上、はく離幅5mm以上 陥没長3m以上、陥没幅0.2m以上 角欠け長3m以上、角欠け幅0.2m以上 破損長0.5m以上、ゴムの摩耗量5mm以上 はく離量0.2m以上 陥没深さ5mm以上、盛上がり高さ10mm以上 欠損あり 破損あり 破損あり 凹凸量5mm以上 漏水あり 走行音80dB(A)以上 亀裂幅3mm以上 わだち掘れ面積1㎡以上、わだち掘れ量5mm以上 異常伸縮あり 弛みあり 破損あり	車両走行が危険なもの
ゴムジョイント	ゴムの破損	はく離長0.5m未満、ゴムの摩耗量5mm未満 はく離量0.2m未満 陥没深さ3mm未満、盛上がり高さ5mm未満	陥没深さ3～5mm、盛上がり高さ5～10mm	はく離長0.5m以上、ゴムの摩耗量5mm以上 はく離量0.2m以上 陥没深さ5mm以上、盛上がり高さ10mm以上 欠損あり 破損あり 破損あり 凹凸量5mm以上 漏水あり 走行音80dB(A)以上 亀裂幅3mm以上 わだち掘れ面積1㎡以上、わだち掘れ量5mm以上 異常伸縮あり 弛みあり 破損あり	
鋼フィンガージョイント	アンカー部材の欠損 フェースプレートとの破損 排水樋の土砂詰りによる破損 伸縮継手と後打ち材との凹凸	アンカー部材の欠損 フェースプレートとの破損 排水樋の土砂詰りによる破損 伸縮継手と後打ち材との凹凸			
各形式共通	漏水の有無 走行時の衝撃、異常音の有無 後打ち材の亀裂 後打ち材のわだち掘れ	漏水の有無 走行時の衝撃、異常音の有無 後打ち材の亀裂 後打ち材のわだち掘れ			
高欄・ガードレール	伸縮異常 アンカーボルトの弛み 床版端部の破損	伸縮異常 アンカーボルトの弛み 床版端部の破損			
	破損、変形等	構造上、供用上の影響がなく 進行の恐れがないもの	構造上、供用上の影響はない が、進行性のある腐食等、 外観が悪いもの、不安感を与 えるもの	構造上問題があるもの 供用性に影響があるもの	車両走行や通行が危険なもの
排水施設	排水ますの不良 排水管の不良 横断排水溝	蓋の異常音 継手不良、堆泥 蓋の異常音、堆泥	蓋の異常音 継手不良、堆泥 蓋の異常音、堆泥	ますの破損、蓋の破損 部品の落下、管の破損、泥詰り 本体の破損、蓋の破損	
照明施設	点灯不良	照明施設の損傷	照明施設の損傷	点灯不良	

項目	変状の種類	Cランク	Bランク	Aランク	A Aランク
支承	変位、変形、破損 継手・取付部のゆるみ 腐食	橋梁の安全性に影響がない軽微なもの 橋梁の安全性に影響がない軽微なもの 軽微なもの	現在は橋梁の安全性に影響はないが、進行する恐れがある 現在は橋梁の安全性に影響はないが、進行する恐れがある 軽微な腐食であるが、進行速度が早くAランクになる恐れがある	比較的大きい変形で、橋梁の安全性に問題がある 重大な、または多数箇所におけるゆるみで、安全性に問題がある 腐食がはなはだしく、橋梁の安全性に問題がある	重大な変状で、供用が危険である 重大な変状で、供用が危険である 腐食が激しく、供用が危険である
床版（コンクリート床版）	コンクリートのひびわれ	1方向または2方向のひびわれで、幅0.2mm以下、間隔0.5m以上	亀甲状のひびわれで、遊離石灰がみられる。幅0.2mm以下、間隔0.3~0.5m	亀甲状のひびわれで、周辺のコンクリートが欠けている場合は、はく離している	コンクリートのはく離、陥没が激しく、供用が危険である
塗装	錆、ふくれ、われ、はがれ、白亜化等	塗膜は活膜で、白亜化、変色がみられる	塗膜の大部分が活膜で、部分的に錆、ふくれ等の異常がみられる	塗膜が劣化し、錆、ふくれ等が甚だしい	
構造部材（鋼橋）	変形 変位 ひびわれ 腐食	部分的な軽度の腐食	軽度の変形、塗装が剥りとられる、部分的なへこみ 中程度の腐食で、進行するとAランクになる恐れがある	変形が大きく、橋梁の安全性に問題がある。 応力上問題がある。 二次部材のひびわれ 腐食が激しく、橋梁の安全性に問題がある	重大な変状で、供用が危険である 主構造部材のひびわれ
構造部材（コンクリート橋）	部材のひびわれ はく離 鉄筋の露出 コンクリート劣化 空洞、豆板	ひびわれ幅0.1mm以下で進行性がない 応力が作用しない箇所の部分的なはく離 表面的な劣化 表面だけの変状	ひびわれ幅0.2mm以下で進行性がある ひびわれ幅0.3mm以下で構造上危険がない 鉄筋またはP C鋼線の発錆に伴うはく離 材料不良、施工不良に伴うはく離 鉄筋またはP C鋼線の露出 鉄筋のふよりより深い劣化 鉄筋またはP C鋼線の露出	ひびわれ幅0.3mm以上 ひびわれ幅0.2mm以上で構造上危険であると考えられる 活性ひびわれで、幅が半年間に0.1mm以上大きくなる、またはひびわれ数が増加する 断面欠損により、安全性に問題がある	重大な変状で、供用が危険である コンクリート片が落下し、第三者損害の恐れがある
下部構造	躯体コンクリートの変状（ひびわれ、はく離、鉄筋露出等） 躯体の変位、基礎の変状	構造部材に準じる 軽微なものでの進行性がない	構造部材に準じる 現時点では安全性に問題はないが、進行性がある	構造部材に準じる 橋梁の安全性に問題がある	重大な変状で、供用が危険である

まだ錆の発生が認められない時点で、塗り替えを行うことが望ましい。一方、一般に腐食が進行しても、鋼材の強度にまで影響することはまれであり、これらのことから適正な塗り替え時期については、塗装の経済性を考慮して決定する必要がある。しかし、塗膜の劣化速度や腐食速度は、塗料の種類や環境条件によって異なり、一律に塗替え周期を決定することはできない。このため、表-10には、定性的な緊急度判定のガイドラインを示した。

ただし、特に美観を要求される場合は、別途緊急度を判定しなければならない。

⑨ 構造部材

イ. 鋼 橋

鋼橋の構造部材については、変形、変位、ひびわれ、腐食について緊急度判定のガイドラインを記述した。主桁やトラス橋の主鋼など主構造部材は、部材に部分的な欠陥があっても落橋につながる可能性

があり、慎重に補修について検討する必要がある。二次部材についても、これらは縦荷重に対して設計されているが、実際には主構造部材と一体に作用し、耐荷力の向上および振動性状の改善の役割を果たしている。したがって、供用の安全性に直接影響しない場合においても、早急に補修することが望ましい。

ロ. コンクリート橋

コンクリート橋は、鋼橋に比べて自重が大きく、曲げ剛性も大きいため、振動や衝撃に対する抵抗性にすぐれており、活荷重が直接に破損の原因となることは少ない。しかし、コンクリート橋は現場で施工されることが多く、構造形式も様々であり、部材に変状が生じた場合、その原因を究明することは困難なものが多い。コンクリート橋の部材に生じる変状としては、ひびわれ、はく離などをはじめ種々のものがあり、その原因も設計上の問題、施工上の問題、環境の問題、外力の問題などが考えられる。一

表-11 コンクリートの許容ひびわれ幅に関する基準類

国名等	種 別	許容ひびわれ幅	備 考
日 本	道路橋示方書・同解説（合成けた）	0.2 ^{mm}	日本道路協会
	阪神高速道路公団維持補修要領 郊外のような比較的良好的な環境 比較的湿度の高い箇所（河川上） 腐食性の強い条件の箇所、海岸あるいは地覆高欄等 雨水の影響を直接うける箇所	0.3	
		0.2	
		0.1	
イ ギ リ ス	BSI規定 一般の構造物 特に激しい浸食性の環境	0.3 0.004d	CP-110 d：主鉄筋のかぶり
ド イ ツ	DIN規定 鉄筋の種類、直径、鉄筋比、荷重条件などから計算式を与えている		DIN1045、17.6参照
スウェーデン	道路橋規定 死荷重 死荷重+活荷重/2	0.3 0.4	
ソ 連	CH _n ・規定 非腐食性 弱腐食性 中腐食性 強腐食性	0.3 0.2 0.2 0.1	CH _n II-B-1-62
ア メ リ カ	ACI規定 乾燥した大気中、または保護層のある場合 湿った空気中、土中にある場合 凍結防止用の薬品に接する場合 海水、海水飛沫により乾湿の繰り返しをうける場合 水密構造部材	0.4 0.3 0.175 0.15 0.10	ACI318-71
ヨーロッパ コンクリート 委員会	ヨーロッパコンクリート委員会 防護されている部材 防護されていない部材 著しく露出された部材 防護されていない部材 著しく露出されている部材	0.3 0.2 0.1 0.3 0.2	CEB-FIP 持続荷重および1年以上載荷される 変動荷重に対し 持続荷重と変動荷重の不利な組合せ

表一12 補修工法の例

項目	変状の種類	補修方法	補修上の留意点等
舗装	ひびわれ、ポットホール 路面の凹凸 すりへり抵抗の減少 舗装の破損	パッチング工（応急処理） シーリング工（ひびわれの応急処理） 切削工 表面処理工 打替え工	
伸縮装置 各形式	破損等	本体の取替え（同種類と取替え、別の種類と取替え） 本体の一部取替え 部分的補修 本体の薬液注入 後打ち材の取替え	舗装面のわだち掘れに対し後打ち材の境に断差がつかないようにする。 既設コンクリートをはつる際には鉄筋および床版コンクリートを傷めないように注意する。 PCC層の場合、けた端部にPCC鋼線定着コーンが集中しているため注意する。
高欄・ガードレール	破損等	変形を直す 部分的取替え	高欄の柱を除去する際に床版を破損しないよう注意する。 柱の基部近くを加熱する場合、コンクリートにひびわれが生じることがあるので注意する。
排水施設	排水ます不良 排水管の不良 横断排水溝の不良	シール材によるます周囲の補修 取替えによる現状回復 改良（管径の大きなものに取替える、勾配を急にする、曲折部を円弧にする等） 支持金具の補強、継手の改良 蓋や本体の補修 蓋や本体の取替え	取替える場合、周囲の床版を破損しないよう注意する。
照明施設	照明施設の不良	不良部分の補修、取替え	
支承	ローラーのずれ落ち、ピ ンローラー・下巻のわれ 支承主要部分の破損 ボルト、ナットの抜け落ち 浮き上がり防止装置の破損 支承座コンクリートの破損 支承座コンクリートの隆 微なクラック 伸縮性の不良	不良部分をジャッキアップして仮受けし破損部分を取替える 上部構造をジャッキアップして仮受けし支承を取替える 上部構造がジャッキアップ出来ない場合は、けたの継足し、補強によって新しい支承を設ける ジャッキアップせず部材を取替える ジャッキアップが可能な場合、仮受けし、破損部分をはつり鉄筋を補強し、新しいコンクリートを打設する ジャッキアップのできない場合、または本体の破損がない場合は支承座幅を拡大してPCCの導入などによって補強する エポキシ樹脂の充填	ジャッキアップをする場合、上部構造を均等にジャッキアップしないと床版などにクラックが発生するので注意する。また、上部構造（連続けた支点など）によってはジャッキアップにより引けた等に生じる応力を検討する必要がある。 破損原因の上部構造または下部構造の破損も補修する。

項目	変状の種類	補修方法	補修上の留意点等
床版	コンクリートのひびわれ	樹脂注入（鉄筋劣化の防止） 鋼板接着による補強 FRP接着による補強 縦げたの増設 床版の打替え 他形式床版への取替え	補強工を適用する場合、損傷を招いた原因をできるかぎり軽減または除去するよう対策をとる。
塗装	塗膜の劣化	部分的塗替え 全面塗替え	
構造部材（鋼橋）	変位、変形、ひびわれ、腐食	補修（部材の矯正、据えなおし） 補強（カバースプレートの取付け、けたまたは支柱の増設、縦げたの増設） 取替え（部分的取替え、全面取替え）	変状再発の防止を考慮する。 新旧部材の一体性、応力の分布と集中に注意する。 旧部材撤去時の安全性を検討する。
構造部材（コンクリート橋）	ひびわれ、はく離、鉄筋露出等	補修（注入工法、パテ工法） 補強（鋼板接着、けたまたは柱の増設、PC導入、縦げた増設） 取替え（部分的取替え、全面取替え）	変状再発の防止を考慮する。 新旧部材の一体性、応力の分布と集中に注意する。 旧部材撤去時の安全性を検討する。
下部構造	ひびわれ はく離、鉄筋露出 基礎の変状	樹脂注入、鋼板接着、PC導入等 欠損コンクリートの補修、鉄筋の補強 フーチングの拡大、増し杭 根固め工 周囲地盤の改良（注入工、締固め工等） 支保支持条件の改善（固定支承の可動支承化、RCけたの鋼板接着等） 中間橋脚の増設	

般にコンクリート部材の変状は、ひびわれを伴うことが多く、部材の健全度を評価するにはひびわれの状態を調査する必要がある。このため、緊急度の評価のガイドラインはひびわれを中心として考えることとした。

許容ひびわれ幅の判定基準は、表-11に示すとおり種々のものがあり、現時点で明確な判定基準はないが、ここでは実用的に可能な範囲でガイドラインを示した。

⑩ 下部構造

鉄筋コンクリートによる橋台や橋脚などの下部構造の変状は、コンクリート構造物としてのひびわれ等の変状と、基礎や躯体の変位等に分けられる。このうち、コンクリート構造物としての補修の緊急度の評価方法は、構造部材に準じて行うことができる。

一方、変状原因の複雑さや地盤条件の多様性などから、基礎の変状の評価は非常に難しいことが多い。また、基礎の変状のうち最も観測しやすいものは躯体の変位であるが、躯体に変位が認められる時にはすでに変状がかなり進行しており、適切な対策の時期を失している場合が多い。

基礎の補修の緊急度の判定にあたって、考慮すべき事項は以下のとおりである。

- イ. 変位量や変位速度は、絶対変位量や絶対変位速度、地盤に対する相対変位量等、関連構造物との相対変位量それぞれについて検討する。
- ロ. 躯体の変位による支承機能への影響
- ハ. 躯体の変位による上部構造への影響
- ニ. 洪水による地盤の洗掘、コンクリートの破損の影響

7. 補修の基本的考え方

変状評価の結果、補修を行うものとされた変状に対して補修工事を行う場合、次の要件を考慮して適切な補修工法、施工方法、施工時期および工事計画を作成し、補修工事を実施する。

- ① 対象橋梁の構造型式と施設の重要度
- ② 変状の状態（発生原因、規模、発生位置等）
- ③ 補修の緊急度
- ④ 施設の利用状況、利用計画、社会環境
- ⑤ 隣接部材や隣接区間との関連による制約条件、隣接部材および隣接区間に与える影響度
- ⑥ 気象・海象条件、自然環境条件
- ⑦ 施工条件（仮設工を含む）
- ⑧ 工事費

⑨ 補修効果、補修後の耐用度

⑩ 景観や周辺環境等に与える影響

補修工法を検討する際の参考となるように、一般的に用いられている補修方法と補修上の留意点を表-12に示した。また、鋼橋における部材の補強を目的とした国内における補修事例を収集し付録-Bに記載した。このほかに補修工法検討の参考となるものに、西ドイツのものではあるが、橋梁を主体にした構造物の損傷、事故例とその補修方法をまとめた「橋梁その他構造物の損傷事例集報告書1982」¹¹⁾がある。

8. あとがき

本資料では、港湾の施設として建設された橋梁を対象に実施した実態調査のデータを分析整理し、臨海部の橋梁の劣化実態を把握し、この結果を参考にしつつ、橋梁を効率的に維持管理するための変状の点検方法、評価方法、ならびに対策の基本的考え方について検討を行った。

今回の維持管理方法の試案では、これまで個々に実施されがちであった港湾施設としての橋梁の維持管理を体系化することに主眼をおいて作成したものであるが、システムとして不十分な点もあるかと思われる。例えば、個々の橋梁にこの維持管理システムを適用する場合、点検方法や評価判定については、それぞれ個別の構造形態、立地条件、周辺環境等の違いによる個々の特性により、実績データを数多く集積検討し、いくつかの試行錯誤を重ねていくことによって、より効果的な維持管理システムとして完成されていくものと考えられる。

本資料は、臨海部の橋梁の維持管理について、マニュアルの意味も含めてとりまとめてある。港湾において今後益々橋梁建設事業が増加し、維持管理の対象とすべき橋梁がさらに増大してゆくと予想されるが、その際に少しでも本資料が参考となれば幸いである。

最後に、この調査において御協力を頂いた各港湾管理者、各港湾建設局、社団法人日本橋梁建設協会等の担当各位に感謝の意を表します。

(1990年3月27日受付)

参考文献

- 1) 運輸省港湾局：港湾施設の維持管理，昭和62年4月
- 2) 安間 清，石渡友夫：海岸施設の維持管理，港湾技研資料，No. 557，1986年
- 3) 寺内 潔：港湾における橋梁の劣化実態と塗装仕様の検討，港湾技研資料，No. 651，1989年
- 4) 参考文献1)に同じ，p. 2
- 5) 参考文献1)に同じ，pp. 4～6
- 6) 参考文献1)に同じ，pp. 8～12
- 7) 参考文献1)に同じ，p. 9
- 8) 社団法人日本道路協会：道路橋補修便覧，昭和52年2月
- 9) 参考文献8)に同じ，pp. 1～3
- 10) 高架構造研究会編：道路橋の点検補修，理工図書，昭和53年，pp. 128～131
- 11) 西ドイツ交通省道路建設局：橋梁その他構造物の損傷事例集報告書，土木施工 Vol. 6 No. 9，山海堂，昭和61年6月

付録 A 実態調査票様式

臨港交通施設における橋梁の実態調査

調査目的

臨港交通施設における橋梁は、臨海地域に位置するため常時的に高湿度、直接的な飛沫、海塩粒子の高密度付着、強い紫外線等陸域部と比較して厳しい自然条件下におかれている。

従って臨海部での橋梁建設では特に長期的に耐久性が保持されていることが要求され、そのためには臨海部に適応した経済的な維持・補修法の確立及び新設時の最適な防食設計法等を確立しておくことが重要である。これらの確立のためには既存の橋梁の実態を調査することが重要であり、特に海象条件の影響を受けやすい港湾分野で整備した橋梁を中心とした実態調査が不可欠である。

以上の趣旨により橋梁の実態調査を実施するものである。

調査要領

1. 対象橋梁

港湾関連予算（補助事業等）で施工した既設の全橋梁（S62年7月中に完了予定の橋梁も対象とします。）とし、鋼橋は様式-1に、コンクリート橋は様式-2に記入して下さい。但し様式-3は、鋼橋、コンクリート橋各々共通としているため、様式-1と様式-2又は様式-3というように対にしてとりまとめて下さい。

2. 調査表の記入

記入要領に従って各々の様式毎に調査表を作成して下さい。（記入例参照）

3. 塗装仕様

塗装仕様は塗装の耐久性を分析する上で重要となりますので、古い橋梁でも極力調査し記入するようにして下さい。

4. 地形図の添付

橋梁の架設されている地点がわかる平面図を添付して下さい。なお当該港に対象とする橋梁（鋼橋、コンクリート橋）が複数ある場合は平面図中に各々の橋梁の位置を明示して下さい。

5. 該当する橋梁が存在しない場合でもその旨回答して下さい。

記入要領

（様式-1の場合）1-1-1-1-3

橋梁名 : 名称を記入して下さい。

橋梁形式 : 斜張橋、鋼床版箱桁橋、プレートガダー橋、ニールセン橋、…等の形式を記入して下さい。なお同一橋で鋼橋の形式が2つ以上ある場合は全て記

入して下さい。

竣工年月

: 上部工の架設・塗装工事が完了した最終年月を記入して下さい。

橋格

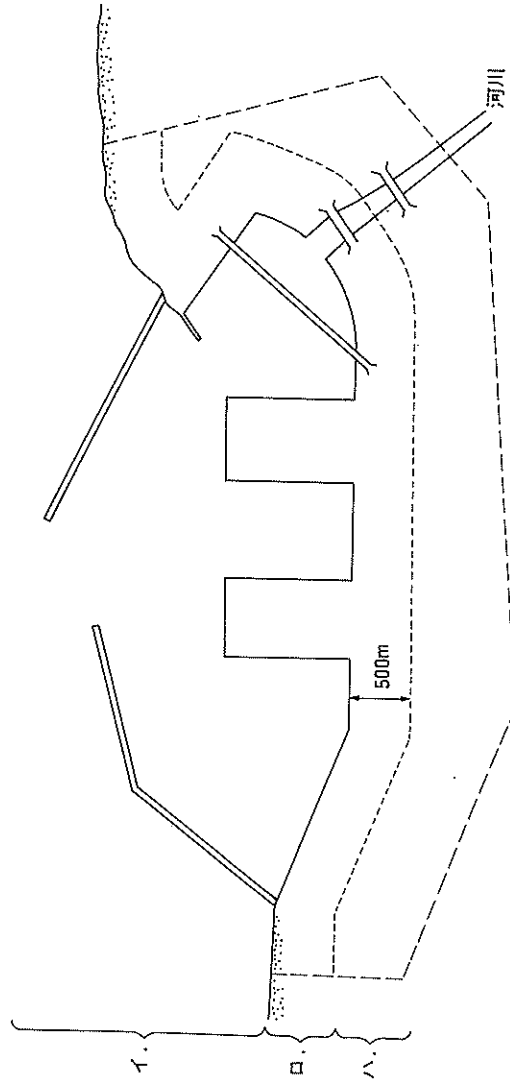
: 1等橋又は2等橋のどちらか該当するところに○印をつけて下さい。

規模

: 同一形式毎に規模を分けて記入して下さい。(例えばプレートガーダー区間 $100\text{m} \times 15\text{m}$, 斜張橋区間 $200\text{m} \times 15\text{m}$) B: 総巾員

架設地点

: 海面上に架設してある場合はイ.に○印をつけ、水際線から陸地側でその距離が約500m以内の橋はロ.に○印をつけ、ロ.よりも内陸部にある臨港地区内橋梁は、ハ.に○印をつけて下さい。右図を参照して記入して下さい。



付図A-1 架設地点

事業予算科目: 一般改修事業, 起債事業, 公善防止対策事業…等を記入して下さい。

なお, 各々の事業の付帯工事で実施した橋も対象にして記入願います。

橋梁図面の有無: 側面図及び断面図等の保存の有無について該当する箇所に○印をつけて下さい。

技術資料の有無: 設計計算書あるいは発注特記仕様書等技术関係資料の保存の有無について該当する箇所に○印をつけて下さい。

補修履歴: 工事完了後現在までに実施してきた補修工事についてその実施年月とその内容について記述して下さい。なお補修を行っていない場合は無しと記入し, 実態が全く判らない場合は不明と記入して下さい。

保守点検基準：保守点検を行うための目安を目的とした基準類が整備されているか否かについて該当する箇所に○印をつけて下さい。有の場合は簡単にその内容を記述して下さい。(例えば年1回外観検査をし、数点膜厚計で測定する。等)

塗装仕様等：竣工当初採用した代表的塗装仕様を記述して下さい。記入欄が不足する場合は別紙(様式自由)を作成して下さい。又塗り替え時に塗装仕様を変更した場合はその内容も記入願います。なお、塗料を使用せず耐候性鋼材の裸使用とかメッキ使用等を用いている場合はその旨記述して下さい。

外観色：上塗り塗料の色を記入して下さい。なお色票No又はマンセル値が判る場合はその値も記入して下さい。

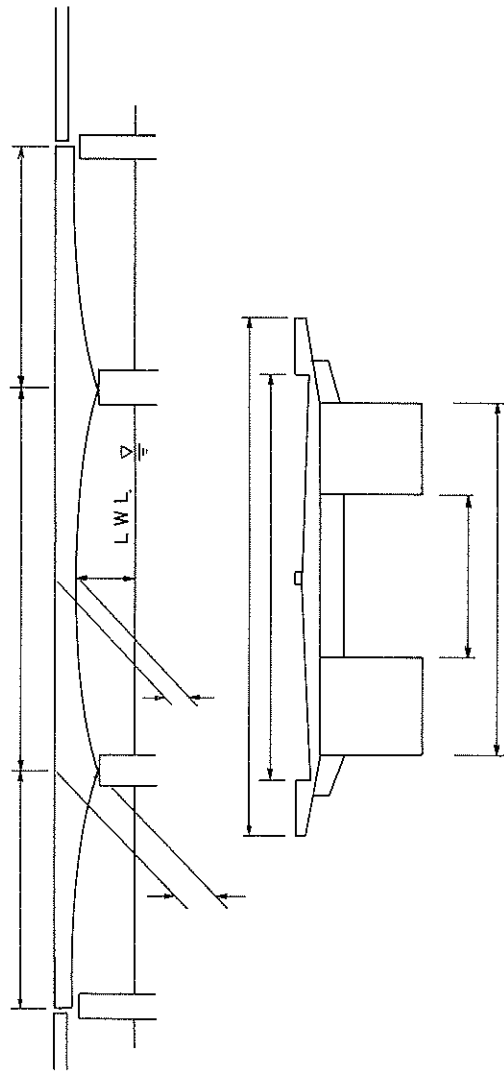
塗装仕様を決定した根拠：塗装仕様を決める上での根拠について記述して下さい。

(例えば塗装便覧を参考にし、現地の環境条件も考慮して重防食仕様になっている。あるいは、本四公団の塗装仕様に準拠した仕様として
いる等…)

現在の塗装状況：該当する箇所に○印をつけて下さい。

断面図、側面図：寸法は橋梁の規模が判別できる必要最小限のものを記入して下さい。又、橋梁のクリアランスを知る上で必ずレベルも記入して下さい。

写真撮影：現時点における当該橋梁のカラーの全景写真と塗装面が判断できる部分写真を添付して下さい。
特に部分写真においては塗装の劣化部が含まれるように配慮して下さい。



付図A-2 断面図・側面図

(様式-2 の場合)

- 橋梁名 : 名称を記入して下さい。
- 橋梁形式 : PC単純T桁橋, ゲルバー式ララーメン橋, 連続スラブ橋...等の形式を記入して下さい。なお同一橋で形式が2つ以上ある場合は全て記入して下さい。
- 橋格 : 1等橋又は2等橋のどちらか該当するところに○印をつけて下さい。
- 規模 : 同一形式毎に規模を記入して下さい。
- 架橋地点, 事業予算科目 : 様式-1 の記入要領に準じて該当するところに○印をつけて下さい。

(様式-3 の場合) 3-1-3-2

評価 : 橋梁の現状評価については程度に応じ, 次の評価ランクから該当する記号を記入して下さい。

(評価ランク)

- A.....なんら異常がなく, 健全なもの
- B.....欠陥はあるが, 特に対策を講ずる必要のないもの
- C.....機能的には影響はないが, 共用しながら観察を要すると思われるもの
- D.....構造物の安全率又は道路の機能が低下しており早急に補修を要するもの
- E.....欠陥の程度が大きく, 通行不能が予想される等のもので緊急に補修を要するもの
- F.....欠陥があるがB~Eのどれに該当するか判断できないもの
- G.....評価が不明なもの

調査項目のチェックポイント..... : 調査に当り以下の点に留意しつつ記入するようにして下さい。調査は目視による外観調査でかまいませんが, 評価ランクでC~Fに分類されたものについては, 写真を添付されるようお願いいたします。

- 舗装.....段差, 路面凹凸, わだち掘れ, ひび割れ, フレッキング, その他
- 伸縮装置.....盲目地・切削目地の場合 : 目地周辺部の陥没, 舗装部亀裂
- 突合せ式の場合 : シール材脱落, 後打ち材とはく離, 後打ち材の角欠け
- ゴムジョイントの場合 : ゴム破損, アンカーボルト弛み, ボルトホール, 騒音
- 鋼フィンガーの場合 : 継手作動, アンカー部材
- 支承.....沓座の沈下, 材料の破損, 錆, 圧壊, その他
- 高欄・ガードレール.....腐食, 変形, 破壊, その他
- 照明装置.....照明柱の場合 : ランプ破損, 柱の変形, 錆, その他
- 分電盤, 配線の場合 : 破損, 錆, その他
- 排水施設.....破損, 錆, 目詰まり, その他
- 上部本体.....変位, 異常変形, 継手のゆるみ, クラック, 表面はく離, その他
- 落橋防止装置.....破損, 錆, クラック, その他
- 下部工.....変形, 傾斜, クラック, 表面はく離, 沈下, その他

様式-1 (鋼橋)

1-1

記入者氏名	所属・職名	TEL
橋梁名	橋梁形式	竣工年月
橋 格 1等橋 2等橋	規 模	
架橋地点 イ, 海上 ロ, 水際線直近 ハ, 内陸部		
事業予算科目		

橋梁図面の有無 イ, 有 ロ, 無	技術資料の有無 イ, 有 ロ, 無 (内訳)
補修履歴 現在までに実施した補修年月及びその補修概要	
保守点検基準 イ, 有 ロ, 無 (有の場合はその内容)	

<p>塗装仕様等</p> <p>1) 上塗の塗装方法 イ. 工場塗装 ロ. 現場塗装</p> <p>2) 塗装仕様</p>	<p>外観色 (色票No 又はマンセル値)</p>	<p>塗装仕様を決定した根拠</p>
---	--	--------------------

<p>現在の塗装状況</p> <p>イ、健全（塗装に異常なし）ロ、色がわずかに又は部分的に退色 ハ、色が著しく又は全面的に退色 ニ、錆が部分的にある ホ、錆が全面的にある ヘ、塗装の部分的はがれ又ははふくれ ト、塗装の全面的脱落又ははふくれ チ、鋼材の腐食が著しい</p>	<p>橋梁の概略の断面図、側面図を記入又は添付してください。</p>
<p>現在判断して塗装仕様は耐久性上問題があると思いませんか。</p>	
<p>現在の橋梁の状況を撮影し、写真を2～3枚添付して下さい。（全景、近景）</p>	

様式-2 (コンクリート橋)

記入者氏名	所属・職名	TEL
橋梁名	橋梁形式	
橋 槍 1等橋 2等橋	規 模	
架橋地点	イ. 海上 ロ. 水際線直近 ハ. 内陸部	
事業予算科目		
<p>橋梁の概略の断面図, 側面図を記入又は添付して下さい。</p>		

様式一3 (鋼橋, コンクリート橋共通)

3-1

舗装	評価	舗装材料	
	状況の概要		
伸縮装置	評価	装置の種類	イ. 目地方式 ロ. 突合せ方式 ハ. ゴムジョイント ニ. 鋼フィンガー
	状況の概要		
支 承	評 価		
	状況の概要		
高欄・ガードレール	評 価		
	状況の概要		
照 明 装 置	照 明 柱 の 評 価	状況の概要	
	分電盤・配線の評価	状況の概要	
排 水 施 設	評 価		
	状況の概要		
上 部 工 本 体	評 価		
	状況の概要		
落橋防止装置	評 価		
	状況の概要		
下 部 工	評 価		
	状況の概要		

付録 B 補修事例

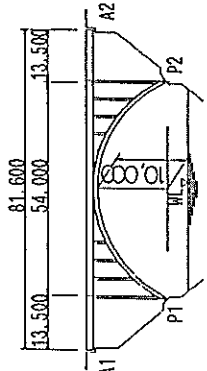
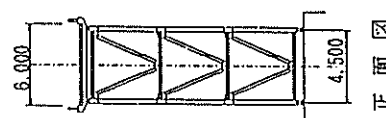
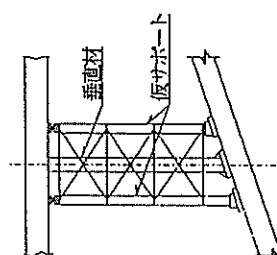
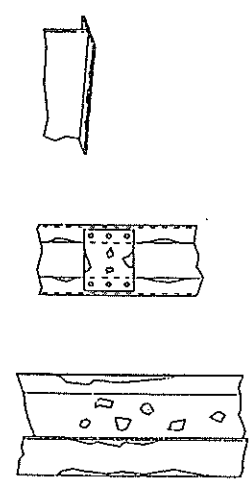
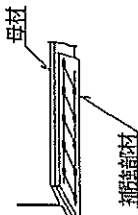
橋体腐蝕補修事例(1)

橋梁類別	形式	ゲルバー桁	竣工年度	明治44年	補修年度	昭和62年
環境状況	1. P1の左側は東海道本線、P2の右側は国道2号線に挟まれた高梁鉄道橋。 2. 経年劣化 3. P1付近であるため下部工天端と桁との隙間が少なく、土砂等が堆積しやすい。(乾涸状態が悪い。)				橋長 238,405m	支間割 11.9 + 12.1 + 17φ11,965 + 11.0
構造概要		<p>各支点付近の下フランジの腐蝕がかなりひどいことため断面欠損している。 支点によってはウエブも腐蝕している箇所がある。</p>	補修概要			
損傷状況		<p>これらの部分は、構造上重要な部分であるためこの損傷は、橋梁にとって重大な欠点となる。</p>	備考			

橋体腐蝕補修事例(2)

橋梁種別	道路橋	形式	単線曲弦フラットトラス	竣工年度	大正11年	補修年度	昭和61年3月、昭和62年3月
環境状況	<p>1. 近年の交通量の増大、車輦の大形化等により床版の耐力不足から床版の損傷が著しく、長期供用による部分的な腐蝕もみられるようになった。 2. 下弦材断面はH型に集積されており、路面からの土砂が溜まりやすく常時過潤な状態になっていた。</p>						
構造概要	<p>側面図 399.097 606 65.380 65.380 65.380 65.380 65.380 65.380 606 A1 P1 P2 P3 P4 P5 A2 1121 1121 1121 1121 1121 1121 581.400=7,000 新床版 コンボスラブ ユニット設置 旧総桁 主楕 新総桁</p> <p>平面図 399.097 トラス球径 8.306 250 7.300 250 鋼工角材 14-21cm 7x7x材 8.5cm 419.889 33.5=7.468 4.19 現状断面図</p>						
損傷状況	<p>1. 頂部桁上フランジの腐蝕が縦桁全長にわたりに進行している。(図-1) 2. 下弦材は図-2に示すように、全長にわたりにタイバーの腐蝕が著しく、破断している箇所もみられた。</p> <p>図-1 頂部桁断面図 図-2 下弦材断面図</p>						
補修概要	<p>1. 総桁、たわみ及び作用応力度ともに超過が著しいため補修が必要であった。既設の総桁の使用は既設桁の腐蝕状況や現場溶接施工性の問題により、より断面の大きな総桁を新設し、旧総桁は死荷重を軽減するため撤去することにした。 2. 下弦材の補修として、全体の水洗清掃、腐蝕部分のケレンおよびコーキング、断面補修の溶接、ターエルエポキシ樹脂塗料の3層塗装を行った。補修後の溶接には珪当金を用い、本溶接はJIS3級以上の有資格者に実施させた。溶接施工後カラーチェックにより“われ”の有無を被検した。(図-4)</p> <p>図-3 新設総桁図 図-4 下弦材補修図</p>						
備考	<p>総桁の増設 4連 154.867t 高欄・下弦材補修 4連 27.528t</p>						

橋体腐蝕補修事例(3)

橋梁種別	形式	上陸アーチ、単純非合成鉄桁	竣工年度	昭和30年	昭和63年
環境状況		1. 設置条件が活荷重9tの橋梁であるが、一般車種の制限もなく通行している。 2. 海浜部に架設されている橋梁であり、冬季の季節風による塩害の影響も受けている。 3. 塗装の塗替えも行われているが、発錆による部材の腐蝕がひどい。	橋長	81.6 m	支間割 13.5m + 54m + 13.5m
構造概要	 	<p>北側垂直材取換</p>  <p>垂直材 仮サポート</p> <p>仮サポートで活荷重伝達を支持して旧垂直材を撤去し、新規製作の垂直材を取付ける。 接合部分は、高力ボルトで締める。</p>	補修年度		
損傷状況	<p>垂直材 (I形鋼) 対傾構(ガート) 総桁下フランジ</p> 	<p>その他部材の補修</p>  <p>母材 挿入垂直材</p> <p>工場製作した補強部材の孔位置に沿って現場にて母材に孔明けし、高力ボルトで取付ける。</p> <p>補強部材 21 ton 現場孔明け 7,700 本 鋼板接着 1.3 ton 2種~3種ケレン 480 m² 現場塗装 800 m²</p>	備考		

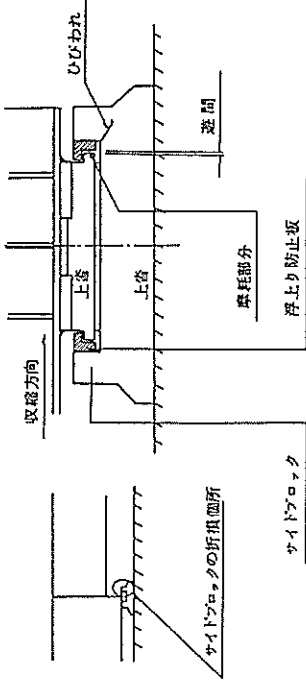
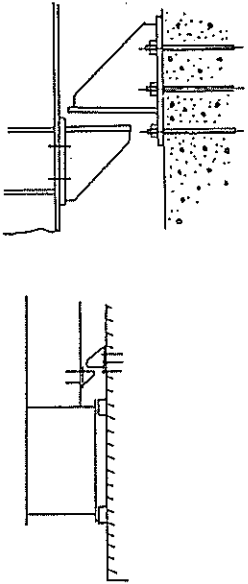
橋体腐蝕補修事例(5)

橋梁種別	道路橋	形式	4径間連続桁非合成鋼桁	竣工年度	昭和40年	昭和62年3月
環状状況	<p>1. 桁下が鉄道のため、塗装の塗替えが遅れた。 2. 排水の補修が遅れたため海水が入った。 3. 床版からの漏水、勾配の下側に補修箇所が多い、排水設置の付近に腐蝕が多い。</p>					
構造概要						
損傷状況						
補修概要	<p>①フランジの補修要領 フランジ欠損 → 欠損部グラインダー仕上 → フレイトで補修 (高カボレット締め)</p> <p>②ウェアの補修要領 ウェア欠損 → 欠損部のグラインダー仕上 → フレイトで補修 (高カボレット締め)</p> <p>③垂直スチフナーの補修要領 (支点上) スチフナー欠損 → スチフナー欠損 → 高カボレット締め</p>					
備考	<p>下フランジ 3箇所 上フランジ 6箇所 ウェア 3箇所 計 9.86TON</p>					

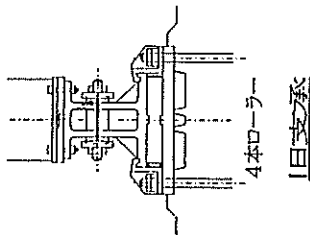
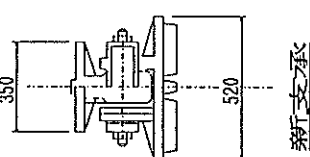
橋体腐蝕補修事例(6)

橋梁種別	形式	下路式流桁	竣工年度	昭和 19 年	昭和 51 年	補修年度	支間割
環境状況	1. 桁と海水面との距離が近いため満潮時に波が橋台に打付け、跳ね返った海水が桁に付着する。						
損傷状況			<p>主桁下フランジアングルの欠食部分は新材に取替える。腹板の欠食部分は両側からプレートではさみ高力ボルトで締付ける。</p> <p>補修に際する注意事項</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ガセットプレートは在来フランジと新フランジを連結するアングルに溶接する。 2) 2番目の補剛材下端部は、フランジ連結アングルが取付けられる程度に切断する。 3) 主桁腹板は十分に清掃して両面からあてる。 4) 桁に海水が跳ね返らないよう下面に耐食性鋼板を取付ける。 				
補修概要			<p>補修概要</p>				
損傷状況			<p>主桁に海水が付着したため、下フランジ及び主桁腹板が腐蝕した。</p>				
備考							

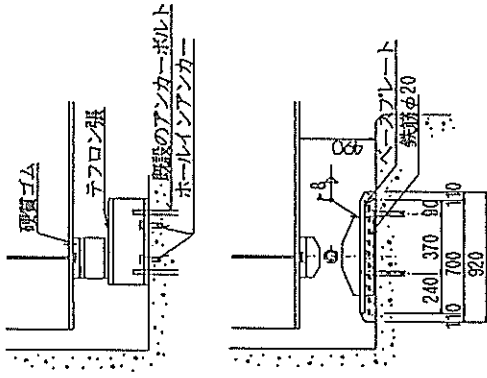
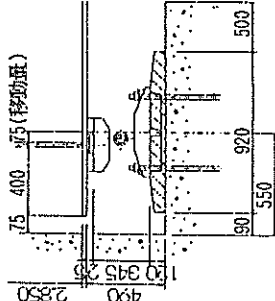
橋体腐蝕補修事例(7)

橋架種別	形式	竣工年度	補修年度
環境状況			橋長
構造概要	<p>合成箱桁のうち、外箱桁可動支承の内側サイドブロックにひびわれが生じ、浮上り防止板の側面に1mm程度の浮上りが生じていた。そこで温度変化を50℃として橋軸垂直方向の移動量を算出すると全幅で2cmとなる。対する1支承の移動余裕率は1cmであった。</p> 	補修概要	<p>支承本体と支承座モルタルに損傷がないこと。丸型支承のため本体への移動制御装置の取付けが困難であることから端梁桁に、同装置を設置して、サイドブロック破損の機能を代えた。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 端梁桁下の下部工天端にドリルにてアンカーボルト用の穴あけをする。 2. アンカーボルトを設置し、モルタル又は樹脂注入し固定する。 3. 制御装置のアンカー金具をボルトに取付け、締付ける。 4. 制御装置の上方アンカー金具を横行下フランジに取付ける。 
損傷状況		備考	<p>*道路橋補修便覧(日本道路協会)より</p>

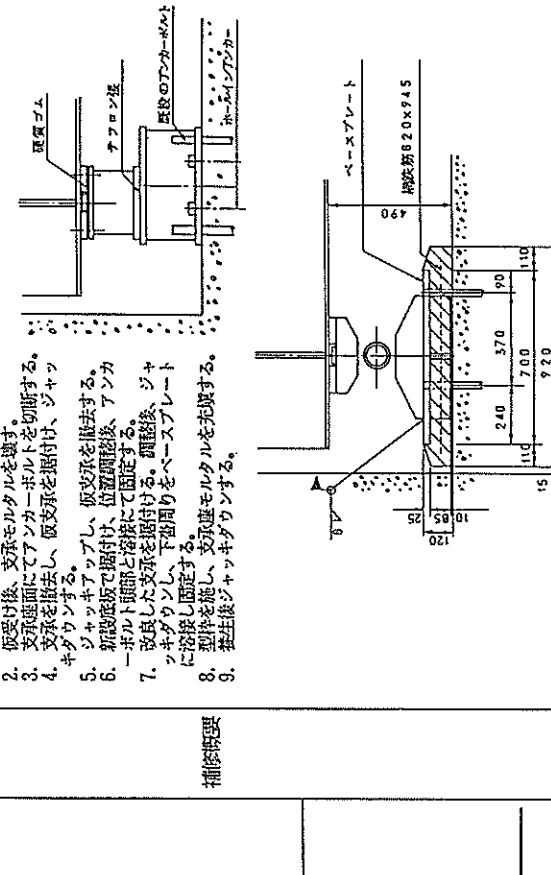
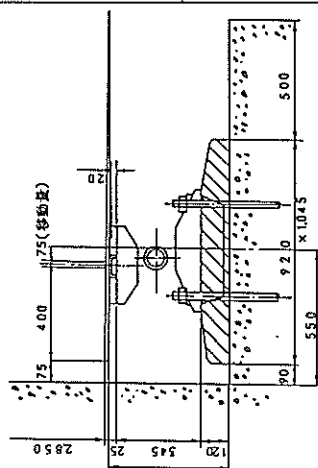
支 承 補 修 事 例 (8)

橋梁種別	道 路 橋	形 式	単徑間2ヒンジ吊橋	竣工年度	昭 和 3 1 年	補修年度	昭 和 5 6 年
環境状況	地方の国道			橋 長	150m		
				支 間 割			
構造概要	 <p>4本ローラー 1固定支承</p>	 <p>350 520 新固定支承</p>	<p>旧支承を撤去し新支承と取替える。施工は供用下で行い桁の引上げは原則として行わないが、不都合な場合は5~10mmの引上とする。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 桁を仮受する。 2. セットボルト、ナットをガス切断して撤去する。 3. ヒンを引抜き上管を撤去する。 4. アンカーボルト頭部をガス切断する。 5. 中、下管部材を順次解体撤去する。 6. 支承座コンクリートを削り取る。 7. アンカーボルトの高さを再度切り揃える。 8. 新設支承をセットボルトで固定する。 9. アンカーボルトのねじし締め完了後、新支承の高さを調整し固定する。 10. 鉄筋の組立て及び型枠の組立てを行う。 11. コンクリートの削り面にプライマーを塗布後、砂利を充填する。同時にパイプを敷設する。 12. ポリエステル系の結合材をポンプで注入する。 13. 養生後、ジャッキダウンし仮受材を撤去する。 				
損傷状況	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可動支承2個のうち、一方の側板がまれ2本のローラーが脱落している。支承に作用する荷重は吊橋のハンガーで受けている。 2. もう一方の可動支承は、ローラーの脱落はないが上管と下管の軸方向移動誤差が顕著であった。 3. 支承モルタルの損傷は特に目立たない。 	<p>補修概要</p>	<p>備 考</p>				

支 承 補 修 事 例 (9)

橋梁種別	形 式	竣工年度	補修年度	昭和 年
現況状況		橋 長 支 間 割		
補修概要	<p>支取及び下部工に損傷がないので支取底モルタルを補し、調整支取を一時撤去し改良して再使用する。支取の主な改良点は下着底面の十字突起を除去して新たな底板構造とする。</p> <p>なお、ジャッキによる桁上時は、通行車輛を閉鎖し支取の改良期間中は仮支取を設ける。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 端横桁の取合いをリベットから高力ボルトに変更し補強する。 2. ジャッキ受支点は補強する。 3. 支取撤去後、支取モルタルを撤す。 4. 支取底面にアンカーボルトを切筋する。 5. 支取を撤去し原支取を据付けてジャッキアップして仮支取を撤去する。 6. 新設底板を据付け、位置調整後アンカーボルト頭部を溶接にて固定する。 7. 改良した支取を据付ける。調整後ジャッキダウンし、下着周りをベークスプレートに溶接して固定する。 8. 型枠を取付け、支取底モルタルを充填する。 9. 養生後、ジャッキダウンする。 		補修概要	
損傷状況	<p>1. 1本のローラー支取が上着と下着の間で橋軸方向にずれている。</p> <p>2. 支取自体の損傷はない。</p> <p>3. 主な原因は橋台背面の土圧によって橋台が前傾し、下着の移動として表れたものと思われる。</p>		補修概要	
		備 考		

支 承 補 修 事 例 (11)

橋梁種別	形 式	竣工年度	補修年度
現状状況			橋 長
補修概要			<p>支承および下部工に損傷がないので、支承座モルタルを塗り、既設支承を一時撤去の上、改良して再使用する。支承の主な改良点は、下管底面の十字突起を除去して新たな底版構造とする。</p> <p>なお、ジャッキによる荷上し時は、車両交通を閉鎖し、支承の改良期間中は、仮支承を設ける。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 端版下の取合いをリベットから高力ボルトに変更し、補修する。 2. 仮受け後、支承モルタルを塗り、 3. 支承底面にてアンカーボルトを切断する。 4. 支承を撤去し、仮支承を据付け、ジャッキダウンする。 5. ジャッキアップし、仮支承を撤去する。 6. 新設底版で据付け、位置調整後、アンカーボルト頭部と溶接にて固定する。 7. 改良した支承を据付ける。調整後、ジャッキダウンし、下管周りをベースプレートに溶接し固定する。 8. 型枠を撤し、支承座モルタルを充填する。 9. 養生後ジャッキダウンする。 
損傷状況	<p>1. 1本のローラー支承のみ、上管と下管の間で橋軸方向にずれている。</p> <p>2. 支承自体の破損はない。</p> <p>3. 主原因は、橋台背面の荷重によって橋台が傾斜し、下管の移動として表れたものと思われる。</p> 	<p>補修概要</p>	<p>“支承部剛性工”施工の手引き（橋建協）*より</p>
		備 考	

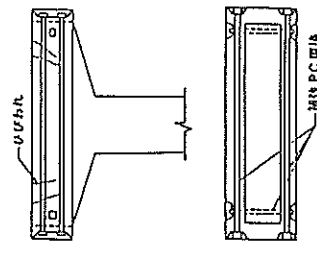
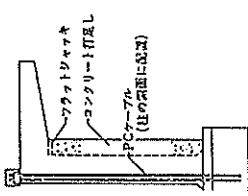
下部工補修事例(12)

橋梁種別	形式	竣工年度	補修年度	橋長
環状状況				
構造概要	<p>腹板高の異なる単柱橋脚を支えているコンクリート橋脚のうち、高い脚の頂部橋脚の支承部に割れが入り破損していた。</p> <p>支承基礎より下部構造頂部橋脚端までの距離が約6cmと非常に少なかったため、活荷重による振動、衝撃等によりコンクリート支承部に割れが入り破損したものとと思われる。</p>	<p>破損コンクリート部の補修は、橋体破損部側面に鋼板をホルインアンカー等にて固定後、鋼板とコンクリートの空隙エポキシ樹脂を注入する。</p> <p>なお、コンクリートの欠損部については、無収縮モルタルにて修型することとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 橋体側壁を削孔する。 2. その孔に通しボルトおよびホルインアンカーを挿入し、鋼板を取付ける。 3. 支承部コンクリート欠損部を無収縮モルタルにて修型する。 4. 鋼板割りをシール後、鋼板とコンクリートの空隙に樹脂を圧入する。 		
損傷状況		<p>補修概要</p>	<p>備考</p> <p>“支承部補修工事施工の手引き（橋建協）”より</p>	

下部工補修事例 (13)

橋梁種別	形式	竣工年度	補修年度
環境状況		橋長	
補修概要	<p>下部工の幅が大きいので右図に示すように、通しボルトを使用しない方法と、下図に示す留橋防止を兼ねた支承部補修の方法が考えられた。</p> <p>右図の方法は、補強筋を組んだ後、鋼板をアンカーボルトで取付け、樹脂モルタルを注入する</p>		<p>左図の方法は、アンカー鉄釘を組み、下部を拡幅して普通コンクリートあるいは早強コンクリートを打設する。なお、アンカー鉄釘の固定は樹脂接着にて行う。</p>
損傷状況	<p>支承部に歪れが入り破損していた。</p>	<p>補修概要</p>	<p>“支承部補修工事施工の手引き（橋建設）”より</p>
			備考

下部工補修事例(14)

橋梁種別	形式	竣工年度	補修年度	
			橋長	
環境状況				
損傷概要	<p>橋脚のはりにひびわれが発生した。</p>	<p>補修概要</p> <p>例1</p>  <p>例2</p> 	<p>1. ひびわれに樹脂注入を行う。</p> <p>2. PC補修をアウトサイドケープアル式にはりの側面に設置し、ポストテンション方式によってひびわれ発生部に圧縮力が加わるようプレストレスを導入する。</p> <p>1. フーチングをボーリングする。</p> <p>2. ボーリングした孔にPC補修を差し込み油収補モルタルを流し込んで定着する。</p> <p>3. 橋脚両面に定着金を設けPC補修を緊張する。</p>	
損傷状況				<p>”道路橋補修便覧(日本道路協会)”より</p>
				備考

港湾技研資料 No.671

1990・6

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 横浜ハイテクプリンティング株式会社

Published by the Port and Harbour Research Institute
Nagase, Yokosuka, Japan.