

推薦のことば

道路は県民生活の安全や持続する地域経済発展の基盤として、また災害時の避難や救援活動において大変重要な社会資本です。

福井県土木部では、昭和23年の福井大地震をはじめとして、平成16年福井豪雨や平成18年豪雪等を教訓に、大災害時にも機能する災害に強い道路や代替路線が確保できるよう交通網の整備促進・強化を図っているところです。

一方、県内の橋梁の整備状況については、架設から50年以上経過した老朽橋は現在全体の約3%ありますが、高度経済成長期に大量に整備されたことから、20年後には約半数が老朽橋となり、全国的にも老朽橋が急激に増加する傾向にあります。

近年の社会情勢を反映して公共事業費が縮小傾向にある中で、今までのように、損傷が発見されてから対策する「事後補修型」を続けていては、将来、短期間に架け替えや大規模な補修による莫大な費用が必要となります。国土交通省においては、この補修予算を抑制するため、寿命50年と言われる橋を100年に延命化する「長寿命化修繕計画策定」を支援することとしています。

このように、これからの道路管理者には「定期点検」の実施と損傷前に計画的な補修をおこなう「予防保全型」の対策を行う等、限られた予算で効率的な維持管理と安全確保が求められています。

この『橋梁定期点検マニュアル(案)』は、健全度把握や予防保全対策の確立を行う過程において、基本データ収集の指針となるものであり、専門技術者を必要とする詳細な定期点検である『橋梁定期点検要領(案)』(国土交通省制定)を用いた委託の方針を明確にすることや、補修工法の選定が容易に判断できるものとなるよう、(財)福井県建設技術公社の笠松泰夫理事長を委員長とする「橋梁定期点検マニュアル作成委員会」において作成されたものです。

本書が福井県の橋梁点検に携わる方々の参考書として大いに活用されるとともに、橋梁の適切な維持管理に貢献することを願うものであります。

平成19年3月

福井県土木部長 児玉 忠

まえがき

平成 19 年 1 月 1 日時点で福井県が管理する 15m以上の橋梁は 666 橋あるが、このうち約 200 橋は高度経済成長期に架設されたものである。これらの橋梁は順次供用後 50 年を迎えることとなり、劣化や老朽化が大きな問題となることが懸念される。

しかし少子高齢化社会を迎え、限られた財源・資源で効果的な社会資本の整備を進めることが求められ、既設橋梁の延命化に向けた維持管理がますます重要になってきている。すなわち良好な道路資産を次世代へ継承し、効率的な資産活用を実現する『総合的な資産管理システム(アセットマネジメント)』の確立が行政の大きな課題となってきた。

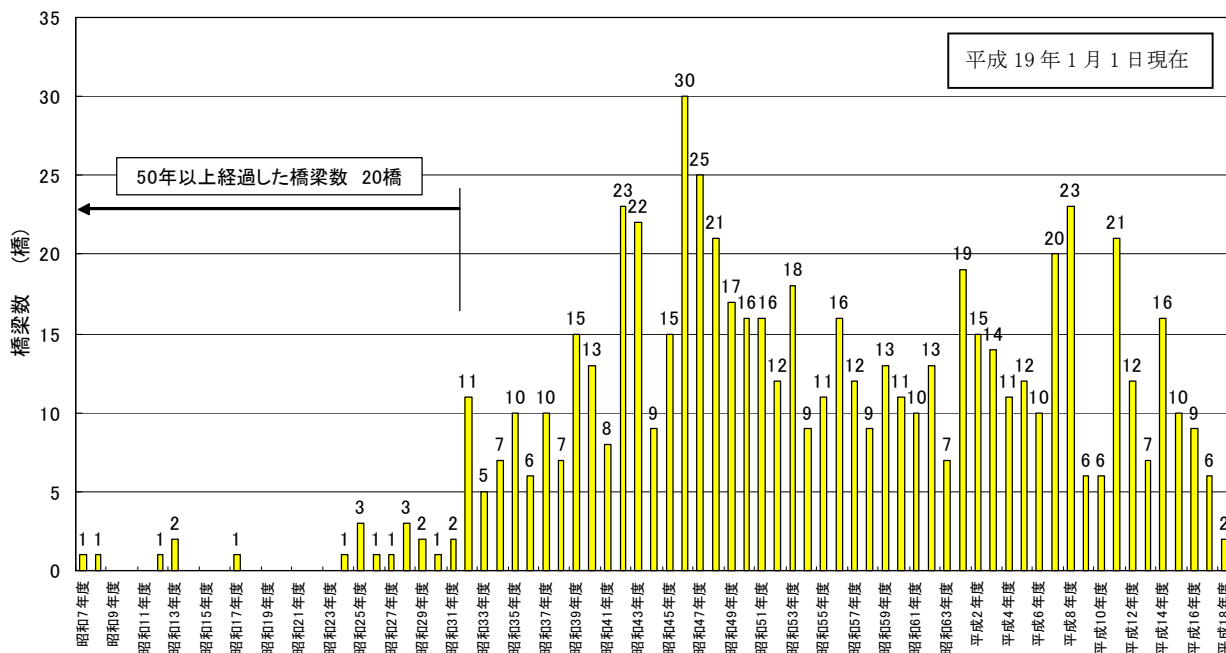
従って、『安全・安心な道路空間』を県民に提供するためには、橋梁という重要性の高い道路資産を、適切かつ効率的に維持管理することにより、長期にわたってその機能を保持しうる信頼性を向上させることが必要である。

本マニュアル(案)は福井県の職員自らも橋梁の定期点検を行えるように、またその結果が資産管理に反映されるように、常時座右において活用されることを期待して取りまとめられたものである。点検に掛かる予算や点検技術、点検時の安全性等を勘案したうえで、現時点での最良のものとして策定されたが、今後の点検記録や点検技術の蓄積、社会情勢の変化等に応じた柔軟な対応として、随時改訂を行っていく。

平成 19 年 3 月

橋梁定期点検マニュアル作成委員会

県管理橋梁(橋長15m以上)の架設年度



作成委員会名列

(敬称略、役職は平成18年7月委員会設置時)

委員長	笠松泰夫	(財)福井県建設技術公社 理事長
副委員長	武田雅行	福井県土木部道路保全課 課長
委員	和田実	国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所 副所長
委員	曾田知	国土交通省近畿地方整備局福井河川国道事務所 副所長
委員	岩本喜洋	福井県福井土木事務所 企画主査
委員	平井學	福井県コンクリート診断士会 監事

ワーキンググループ名列

(敬称略、役職は平成18年7月委員会設置時)

宮崎幸雄	国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所技術課 技術第二係長
三谷健太郎	国土交通省近畿地方整備局福井河川国道事務所道路管理課 維持係長
下中栄治	福井県土木部土木管理課技術管理室 企画主査
向川泰弘	福井県土木部道路建設課 企画主査
松田利男	福井県土木部道路保全課 主任
室嘉治	福井県土木部道路保全課 主査
河出浩喜	福井県土木部都市整備課 企画主査
山森賢治	福井県福井土木事務所 技師
室田正雄	福井県大野土木事務所 企画主査
藤拔雅夫	福井県嶺南振興局敦賀土木事務所 主査
辻公康	福井県嶺南振興局小浜土木事務所 企画主査
免博彦	(財)福井県建設技術公社 業務課長
山木忠嘉	(財)福井県建設技術公社 企画主査
臼井裕喜	(財)福井県建設技術公社 技師
齋藤高輝	(財)福井県建設技術公社 技師

目次

第1章 総則	1
1.1 目的	1
1.2 適用範囲	1
1.3 用語の定義	2
1.4 構成	3
第2章 重要度評価	5
2.1 重要度評価の概要	5
2.2 重要度評価表	6
2.2.1 路線による重要度	6
2.2.2 橋梁による重要度	7
2.2.3 自然条件による重要度	8
2.2.4 重要度評価	9
2.3 次回定期点検時期の決定	13
第3章 橋梁点検調査表	14
3.1 点検調査の概要	14
3.2 点検シート使用上の注意事項	15
3.3 点検シート	18
3.3.1 レベル1-1点検シート（橋の下におりられる場合）	18
3.3.2 レベル1-2点検シート（橋の下におりられない場合）	19
3.3.3 レベル2点検シート	20
3.4 点検シートのレベル判定基準	21
3.4.1 舗装・伸縮装置	22
3.4.2 床版	23
3.4.3 鋼桁	25
3.4.4 コンクリート桁	27
3.4.5 支承	29
3.4.6 下部工（橋台・橋脚）	31
参考資料 補修補強工法	35
参—1 目的	35
参—2 鉄筋コンクリート構造物の補修補強工法	35
参—3 鋼橋の補修補強工法	36
参—4 取替え可能な部位（橋梁付属品）の補修工法	37
参—5 補修補強工法の概算工事費	38

第1章 総則

1. 1 目的

本マニュアル(案)は福井県内の橋梁について、維持管理の基本である点検、調査、補修補強、記録を統一的、効率的かつ効果的に行うために、職員自らも点検を行うことができるようにとりまとめたものであり、以下のような特徴を有する。

- その橋梁が詳細調査(専門家による)を必要とするか否かを、一定の基準でふり分けることを目的とし、点検項目をなるべく簡略化した。
- その橋梁がおかれている社会条件や自然条件等の様々な条件を勘案して、橋梁の重要度を求め、次回定期点検の時期を決定するようにした。
- 損傷程度の判定基準には写真や図を多用して理解しやすくし、判定に個人差が生じにくくなるようにした。
- 損傷程度を点数制で判定するようにし、資産管理に活用されるデータとして反映し易いようにした。

本マニュアル(案)による運用は、国土交通省の橋梁定期点検要領(案)における判定A、Mに対応するものであり、より詳細な状況の把握を必要とするB、C、E1、E2、Sの判定は、専門家による橋梁定期点検要領(案)に準じた詳細調査で行うものとし、損傷状況の把握や対策区分の判定に不備が生じてはならない。

国土交通省 橋梁定期点検要領(案)		福井県 橋梁定期点検マニュアル(案)		
区分	判定の内容	レベル1	レベル2	対応
A	損傷が認められないか、損傷が軽微で補修を行う必要がない	損傷なし	—	記録
		進行性の損傷またはその可能性あり	軽度	記録
B	状況に応じて補修を行う必要がある	進行性の損傷またはその可能性あり	重度	詳細調査
C	速やかに補修等を行う必要がある			
E1	橋梁構造の安全性の観点から、緊急対応の必要がある			
E2	その他、緊急対応の必要がある			
M	維持工事で対応する必要がある	修繕が容易な部位の損傷	—	修繕
S	詳細調査の必要がある	進行性の損傷またはその可能性あり	中度	追跡点検
			重度	詳細調査

1. 2 適用範囲

本マニュアル(案)は福井県土木部が管理する橋梁の点検に関する事項について適用する。

1. 3 用語の定義

本マニュアル(案)では、次のとおり用語を定義する。

【維持管理】 構造物としての耐荷性、耐久性および道路空間としての安全性、快適性を確保するために、点検、調査、補修補強、記録を一連で行うこと。

【日常点検】 主に道路空間としての安全性、快適性を維持することを目的に、行政パトロールの中で通常パトロールとして行う点検。

【臨時点検】 地震、荒天、事故等の突発的な事態が発生した後に、平常時とは異なる損傷の有無を確認することを目的に、行政パトロールの中で緊急パトロールとして行う点検。

【定期点検】 損傷程度を判定し追跡点検や詳細調査の要否を判断することを目的に、職員自らも行うことができるもので、「レベル1」「レベル2」からなる点検。

【追跡点検】 定期点検により損傷程度が中度と判定された部位について、その損傷が進行性のものか否かを判定することを目的に、職員自らも行うことができるもので、定期点検のレベル2と同様の項目について毎年継続して行う点検。

【詳細調査】 定期点検、追跡点検により損傷程度が重度と判定された場合に、損傷の原因、損傷の規模(幅、面積、深さ)、損傷の進行予測を把握し、補修補強の要否と工法を確定することを目的に、専門家によって行う調査。調査は国土交通省の橋梁定期点検要領(案)(平成16年3月)に準じて行う。

【第三者被害】 損傷によって橋梁の一部(コンクリート片やボルト・ナット等)が落下するなどして、一般の人や車両に被害がおよぶこと。

【補修補強】 損傷の進行を抑制・中断して、耐荷性や耐久性の回復・向上を図るとともに、第三者被害を未然に防止することを目的に行う対策。

【記録】 橋梁の諸元、各点検の結果、補修補強の履歴等を、以後の維持管理の資料として活用できるように整理して、データベースに蓄積・保存すること。

【修繕】 点検により部位の損傷が判明した場合、追跡点検することなく直ちに対策を講じること。

1. 4 構成

維持管理の基本である点検、調査、対策、記録の流れと、本マニュアル(案)の適用範囲を図-1.1に示す。

点検に先立ちその橋梁がおかれている諸条件を勘案して、橋梁としての重要度を評価し、重要度評価に応じて次回の定期点検時期を決定する。

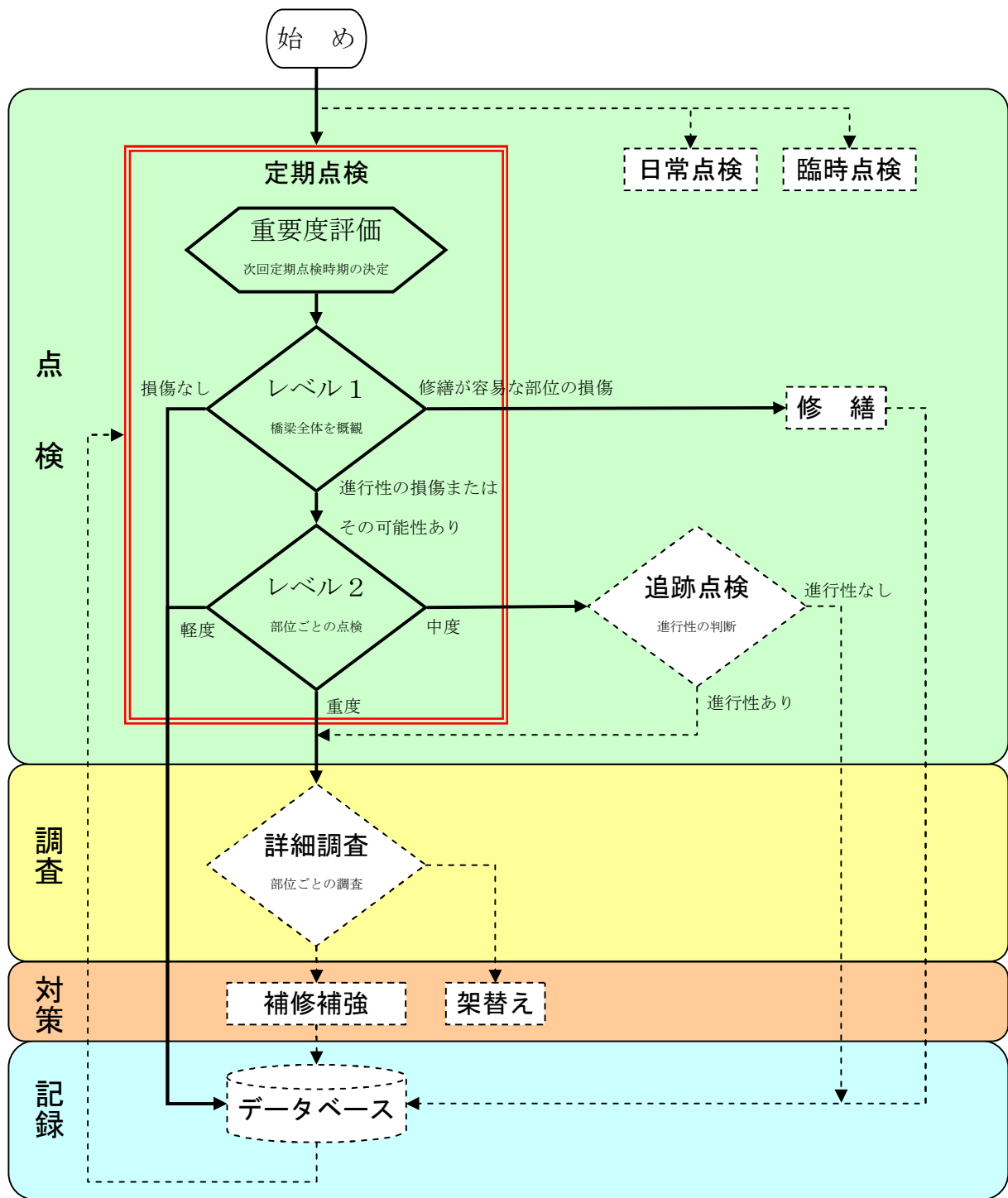
定期点検はレベル1とレベル2からなる。レベル1では損傷の有無の確認を目的としており、進行性の損傷がある場合にはレベル2で損傷の程度を判定する。

ここで「進行性の損傷が生じる部位」とは床版、桁、橋台、橋脚や支承、伸縮装置をいい、「修繕が容易な付属品」とは舗装、排水装置、地覆、縁石、高欄、防護柵、遮音施設、標識、照明施設等をいう。

損傷程度の判定は部位ごとに行い、軽度の場合は次回定期点検、中度の場合は追跡点検、重度の場合は詳細調査へと進む。

以上の重要度評価と点検結果は維持管理に有効な資料として記録され、データベースに蓄積・保存される。

なお本マニュアル(案)の適用外ではあるが、巻末に補修補強工法を参考資料として掲載しているので、工法検討や概算工事費算出の際に参考とされたい。



本マニュアル(案)の適用範囲

図-1.1 維持管理の概念

第2章 重要度評価

2. 1 重要度評価の概要

重要度評価は、点検調査の実施に先立ち各橋梁の重要性を判断することを目的に、次の3項目から評価する。

- ① 路線による重要度
- ② 橋梁による重要度
- ③ 自然条件による重要度

以下にそれぞれの内容について概説する。

① 路線による重要度

橋梁は道路ネットワークにおいて非常にクリティカルな存在であるため、その橋梁が道路ネットワークのどこに位置し、どのような状況にあるかを評価することにより、その橋梁が位置する路線の重要度を評価するものである。

このネットワークの重要度の評価では、地域外交通に対するものばかりでなく、生活道路としての地域内交通の観点からも評価できるように配慮している。

現況交通量、大型車交通量については交通センサス（24時間交通量）の結果から記入するものとするが、12時間交通量のみの路線については同じ路線の昼夜率を乗じる。

② 橋梁による重要度

橋梁による重要度は、その橋梁固有の特性による重要性の評価指標である。橋梁固有の特性としては、橋齢、適用示方書の変遷による構造グレード、交差対象による補修補強工事の施工難易と第三者被害の影響、供用条件による劣化負荷及び公共財としての価値などを考慮できるよう配慮している。

③ 自然条件による重要度

自然条件による重要度は、橋梁の置かれた環境に起因する劣化と変状の誘発危険度を評価する指標である。経時劣化の進行速度に関する環境因子として、凍害危険度、飛来塩分に対する危険度を評価する。また地盤変動等による不測の外力作用に関する地盤因子として、砂防指定地や地すべり地、および沖積層の平野部を評価することとした。

以上3つの重要度を評価した後、集計表を作成しトータルとしての橋梁の重要度を評価することとする。

2. 2 重要度評価表

2. 2. 1 路線による重要度

		事務所				
路線名		地係				
橋梁名		フリガナ				
点検日		点検者				
橋長		径間割				
全幅員						
上部工形式						
下部工形式	橋台	橋脚				
竣工年月						
補修補強履歴						
改築・改良計画	年以内に改築計画あり					
	計画なし					
コメント						
項目	細別	低	中	高	重み係数	評価
緊急輸送路	指定路線			3	×3=	
	指定なし	0				
道路区分	一般国道			2	×1=	
	主要地方道・一般県道		1			
	その他	0				
現況交通量 (台/日) 昼夜率考慮	20,000以上			3	×2=	
	10,000以上20,000未満		2			
	4,000以上10,000未満	1				
	4,000未満	0				
大型車交通量 (台/日) 昼夜率考慮	2,000以上			3	×3=	
	1,000以上2,000未満		2			
	500以上1,000未満	1				
	500未満	0				
迂回路	迂回路がない			3	×2=	
	大型車は迂回できない		2			
	30分以内の時間で迂回できる	0				
孤立する住居	あり			3	×1=	
	なし	0				
					総合点	

ランク	低	中	高
点数	12以下	13~24	25以上

2. 2. 2 橋梁による重要度

項目		細別	低	中	高	重み係数	評価
適用示方書※1		昭和30年以前			3	×5=	
		昭和31年～昭和46年			3		
		昭和47年～昭和54年		2			
		昭和55年～平成5年	1				
		平成6年示方書以降	0				
交差条件	橋梁下が道路の場合	橋梁下の道路に迂回路なし			2	×3=	
		橋梁下の道路に迂回路あり		1			
		道路と交差していない	0				
	橋梁下が鉄道の場合	複線鉄道と交差			2	×3=	
		単線鉄道と交差		1			
		鉄道と交差していない	0				
	橋梁下が河川等の場合	国が管理する河川・湖・ダム			3	×1=	
		県が管理する河川・湖・ダム		2			
		その他の河川・湖・ダム	1				
		河川・湖・ダムと交差していない	0				
	その他の第三者被害	公園・港湾・駐車場等と交差		2		×2=	
		公園・港湾・駐車場等と交差していない	0				
						総合点	

ランク	低	中	高
点数	12以下	13～24	25以上

※1 示方書の変遷

昭和31年～昭和46年は高度経済成長期の架設であること、また昭和30年以前は架設後50年以上を経過していることを理由に重要度を“高”としており、その意味合いは異なる。

なお昭和14年示方書までの活荷重は、車両総重量を示している。

大正15年	活荷重の制定	1等橋：12ト 2等橋：8ト 3等橋：6ト
昭和14年	活荷重の変化	1等橋：12ト⇒13ト 2等橋：8ト⇒9ト
昭和31年	活荷重の変化	1等橋：13ト⇒TL20 2等橋：9ト⇒TL14
昭和47年	RC床版の変化	最小床版厚は14cm⇒16cm 配力筋量は主筋量の25%以上⇒70%以上
昭和55年	各指針と統合	IV下部構造編とV耐震設計編を追加
平成6年	活荷重の変化	TL20⇒B活荷重 TL14⇒A活荷重

2. 2. 3 自然条件による重要度

項目	細別	低	中	高	重み係数	評価
凍害危険度 (図-2.1参照)	凍害危険度 2			2	× 2 =	
	凍害危険度 1		1			
	その他	0				
飛来塩分 (図-2.2参照)	海岸線から100m以内			3	× 3 =	
	海岸線から100～300m		2			
	海岸線から20km以内	1				
	その他	0				
地すべり ・砂防指定地域 (福井県のHP参照)	砂防指定河川、指定地域内			2	× 1 =	
	土石流危険渓流		1			
	上記以外の地域	0				
地盤条件 (図-2.3参照)	盛土、埋土、沖積平野			3	× 1 =	
	上記以外の地域	0				
					総合点	

ランク	低	中	高
点数	6以下	7～12	13以上

2. 2. 4 重要度評価

重要度評価の要領を以下に示す。

- 1) 3種類の重要度ランクのうち1つでも”高”なら、重要度評価は【高】とする。
- 2) 橋梁の重要度ランクが“低”で、その他が“高以外”なら、重要度評価は【低】とする。
- 3) 上記以外は、重要度評価は【中】とする。

	①路線	②橋梁	③自然
点数			
評価			

重要度評価

	①路線	②橋梁	③自然	重要度評価
1)	高	高	高	高
	高	高	中	
	高	高	低	
	高	中	高	
	高	中	中	
	高	中	低	
	高	低	高	
	高	低	中	
	高	低	低	
	中	高	高	
	中	高	中	
	中	高	低	
	中	中	高	
	中	低	高	
	中	低	高	
2)	中	低	中	低
	中	低	低	
	低	低	低	
3)	中	中	中	中
	中	中	低	
	低	中	低	

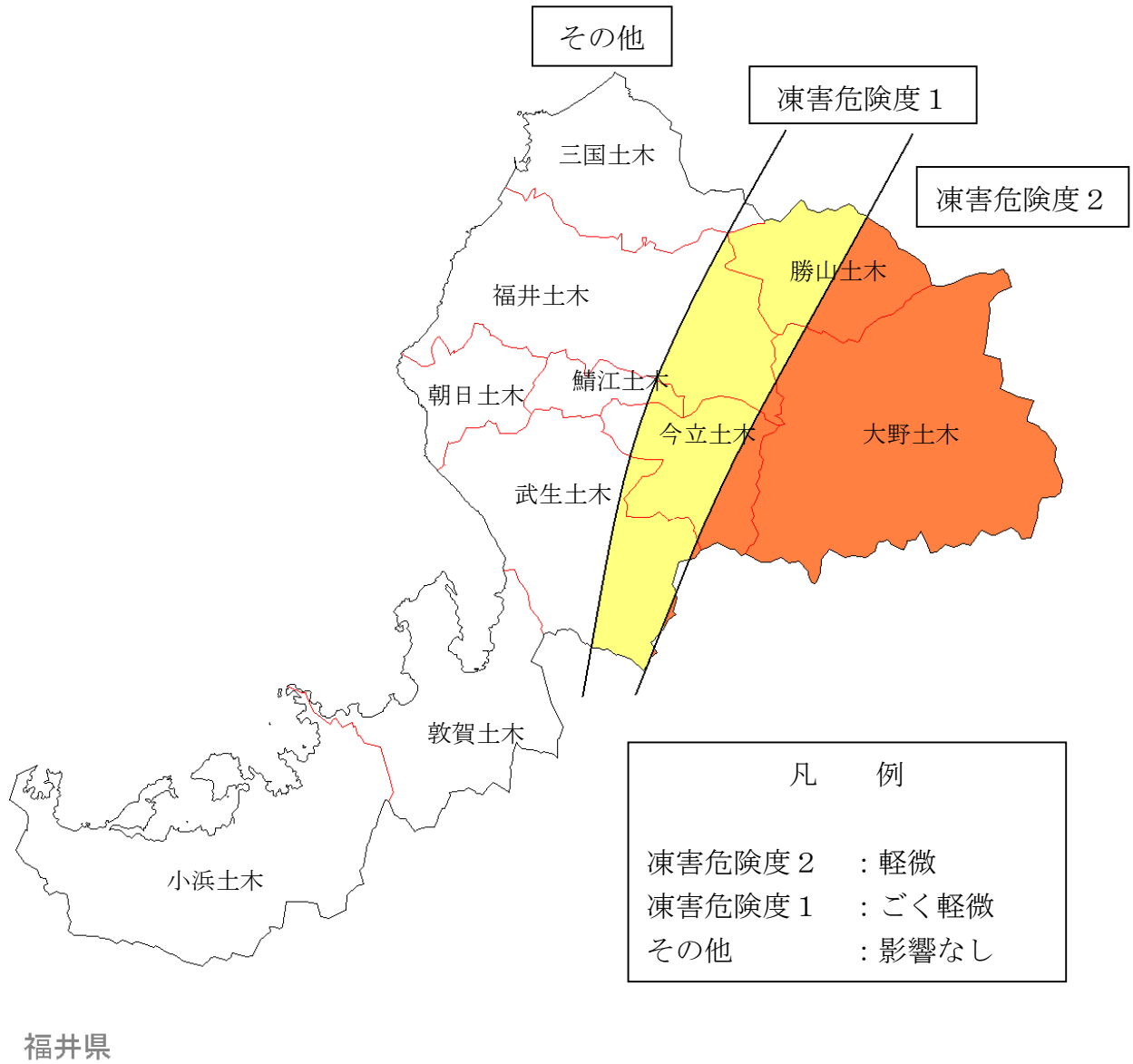


図-2.1 凍害危険度



図-2.2 飛来塩分量

表中の飛来塩分量は年平均を示す

地 係	飛来塩分量(mdd)	観測期間	備 考
福井市深谷町	0.257	H12.11~H13.3	明治橋
福井市大味	4.310	H5.11~H7.10	大味中央橋
越前町左右	24.118	H5.11~H7.10	左右高架橋
越前町梅浦	0.198	H5.11~H7.10	梅浦3号橋
越前町道口	1.095	H5.11~H7.10	道口川橋
越前町厨	11.701	H5.11~H7.10	厨高架橋
越前町厨	0.259	H5.11~H7.10	厨2号橋
越前町厨	0.107	H5.11~H7.10	厨6号橋
越前町八田	0.043	H11.2~H12.1	八田1
越前町八田	0.024	H11.2~H12.1	八田2
越前市勝蓮花町	0.096	H8.2~H9.1	吉野瀬川ダムA
越前市小野町	0.045	H8.2~H9.1	吉野瀬川ダムB
若狭町三田	0.331	H15.7~H16.6	上中田烏線
若狭町河内	0.032	H13.11~H14.2	河内川ダム12号橋
おおい町石山	0.084	H15.7~H16.3	石山4号橋

新たに飛来塩分量調査を行った場合は、(財)福井県建設技術公社に連絡してください。

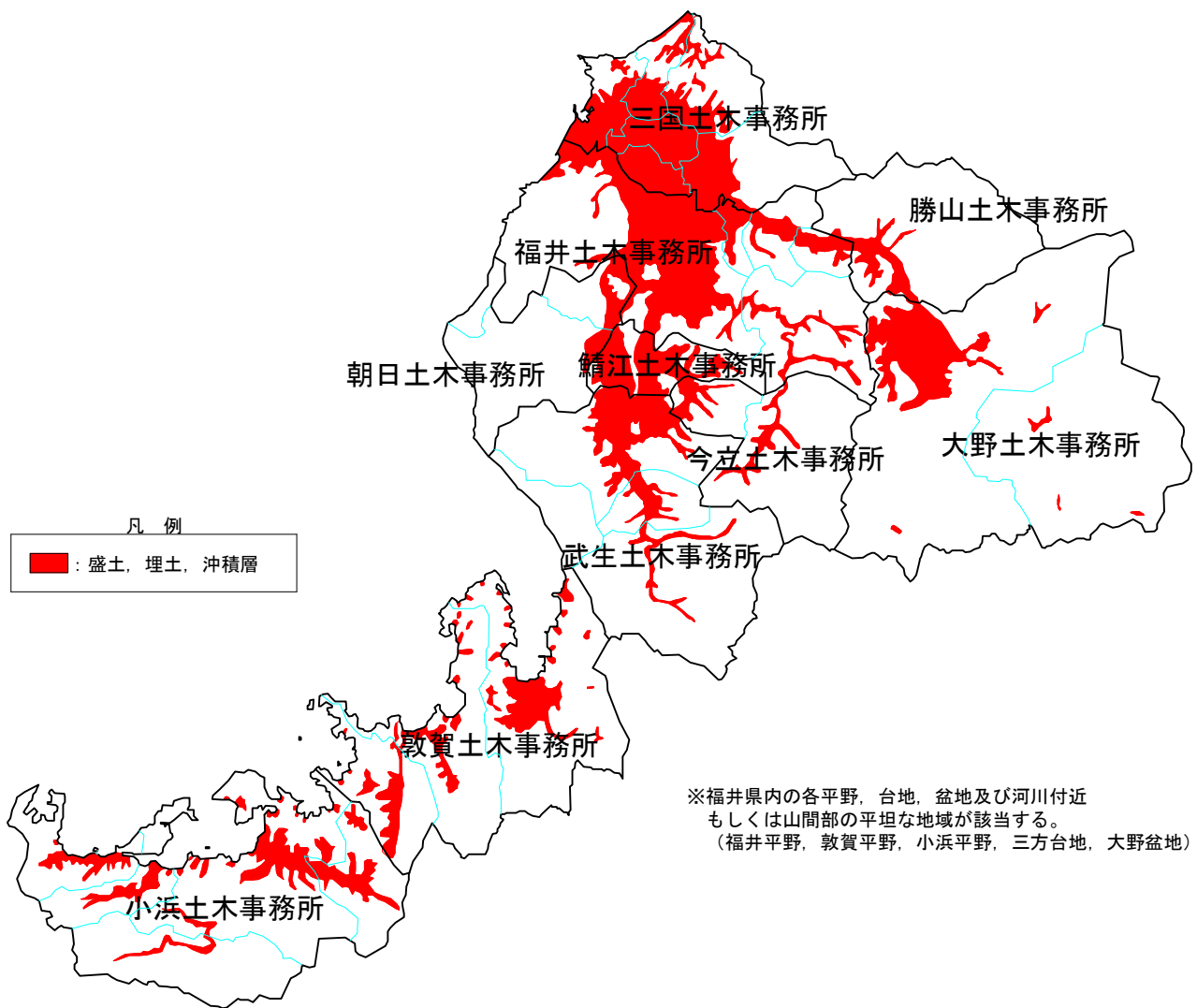


図-2.3 地盤条件

2. 3 次回定期点検時期の決定

定期点検の頻度は国土交通省の橋梁定期点検要領(案) (平成 16 年 3 月) に示される 5 年毎を最長として、次回定期点検時期は重要度評価から決める。原則として下表によるものとするが、3～5 年の範囲で定期点検を行ってもよい。

重要度評価	点検頻度
高	3 年
中	4 年
低	5 年

第3章 橋梁点検調査表

3. 1 点検調査の概要

橋梁点検調査票は、レベル1とレベル2とからなっている。

レベル1

レベル1はすべての橋梁に対して実施する目視による一般調査であり、所要時間を30～60分程度とした簡易な調査で、特に橋梁点検の経験がなくても容易に実施できる内容となっている。

レベル1では橋梁全体を概観し、レベル2に進んでさらに詳細な点検を行うかどうかを判断する。なお本マニュアル(案)では、福井県の特殊事情(ダム・湖に架かる橋が多く、ほとんど橋の下に行くことが出来ない橋梁が多い地域がある)を考慮し、橋面からのさらに詳しい点検(舗装の状態、伸縮の段差)を追加し、下面の状況(床版と支承)を推察するために、「橋の下におりられない場合」(橋面からのみのシート)のシートを作成した。

ただし設計・施工中の橋梁に関しては、建設時点で検査通路を設けるように配慮することが望ましい。

レベル2

レベル2はその結果によって、さらに詳細に各スパンの点検箇所ごとに実施する点検であり、点検箇所ごとに判定基準となる写真や図を示し、これらの損傷度と比較しながら点数を記入するようになっている。

レベル2は必ず橋の下から行うものとし、おりられない場合は橋梁点検車等を使って行う。

【注意！】

点検は安全第一とし作業服と保護具を着用して2人1組を原則とする。また急崖地等の危険箇所では、無理に橋の下へ降りようとしないこと。

橋梁点検車は専属のオペレーターに操作してもらおうと共に、車線占用による交通整理を適切に行って交通事故防止に努めること。

主な携帯品として、双眼鏡、デジタルカメラ、コンベックス、ライト、ハンマー、チョークなどを用意すると便利である。

3. 2 点検シート使用上の注意事項

本マニュアル(案)は点検レベルを2段階に分け、損傷度が進むにつれてレベル1からレベル2の順に進むように設定されている。

本マニュアル(案)の構成は、レベル1は橋梁ごとに「損傷の有無」を、レベル2はスパンごとに「損傷の程度による点数」を記入し、点検終了後に各部位ごとの合計点を算出する。点数の記入に際して、点検箇所が見えない時や判断のつかない時は記入せずに、理由を備考欄に記入する。

点検箇所は、レベル1が高欄・地覆・舗装・伸縮装置・排水装置・床版・桁・支承・下部工の9ヶ所、レベル2が舗装・伸縮装置・床版・桁・支承・下部工・補修部材の再損傷の7ヶ所となっている。

レベル1において調査対象となっているのに、レベル2において対象となっていない高欄・地覆・照明柱・標識柱などの各部は、その損傷状況に応じてレベル2に進むことなく修繕が必要であることを示している。

また、レベル2はスパンごとでシート1枚を記入するため、シート左下にある「点検対象スパンの位置」に点検したスパンに丸印を記入する。(図-3.1 参照)

なお橋梁の基本構造については、図-3.2を参照する。

《 例 》 3スパンの場合

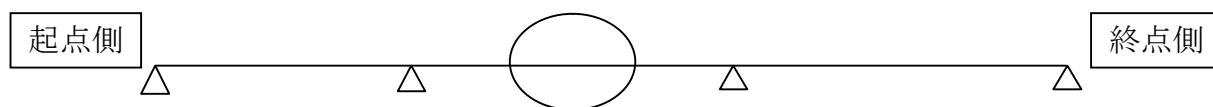


図-3.1 点検対象スパン位置記入方法

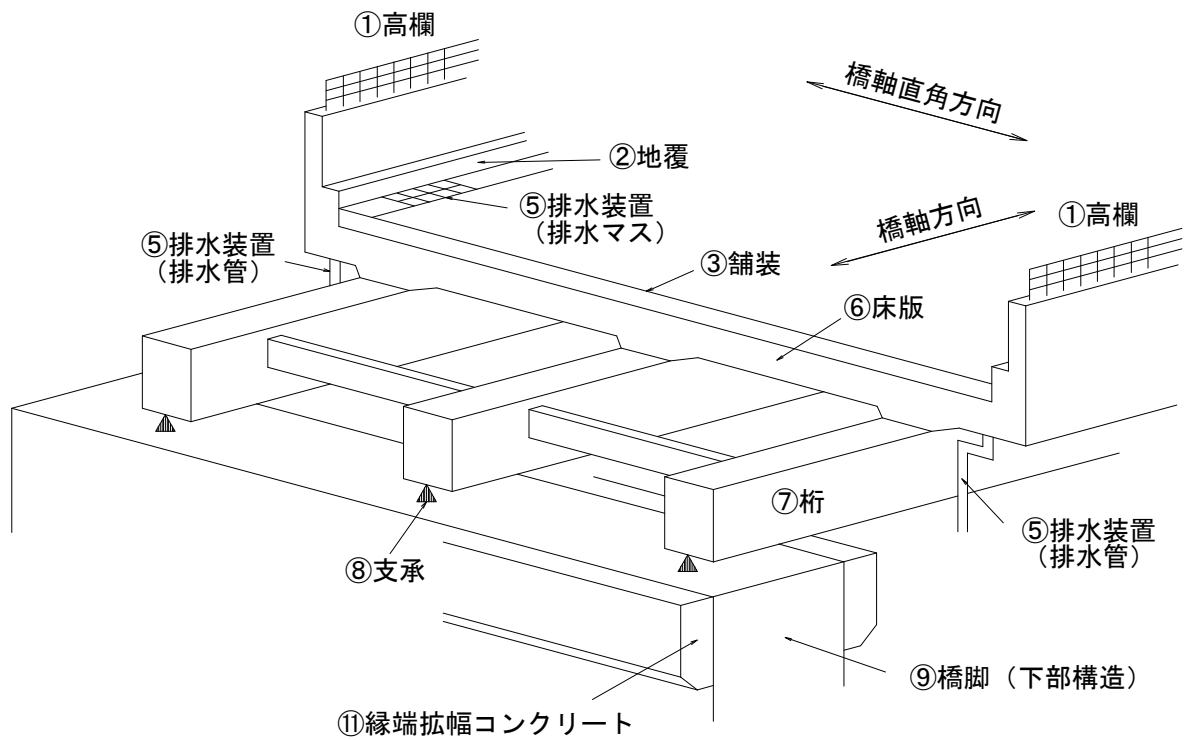
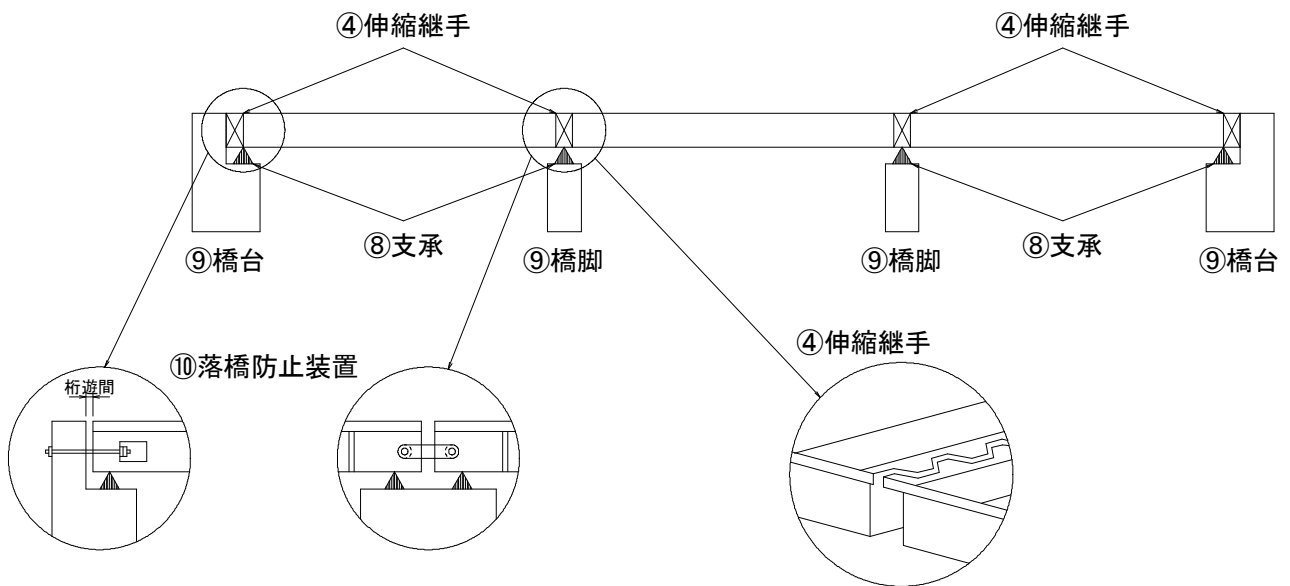


図-3.2 橋の基本構造

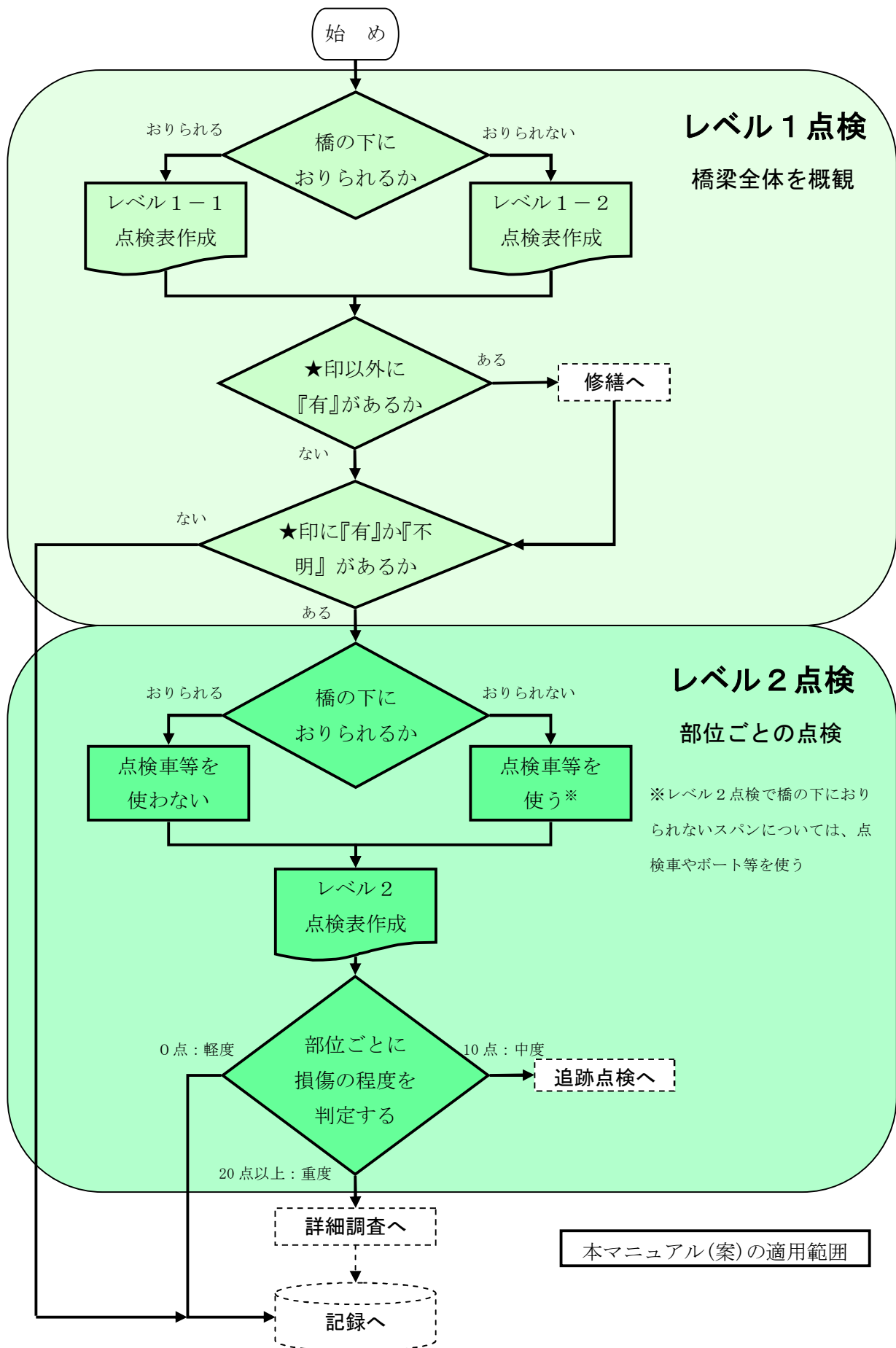


図-3.3 定期点検の流れ

3. 3 点検シート

3. 3. 1 レベル1－1点検シート（橋の下におりられる場合）

路線名				事務所			
橋梁名				所在地			
点検日	西暦			点検者			
天候	前日		当日				
橋長			径間数			全幅員	
上部工型式				下部工型式			

【I】橋面および橋下面からの点検（橋の下におりられる場合）

点検箇所・部位		点検内容			判定結果				
高欄	図-3.2①	事故等によって変形していますか			有	無	不明		
		劣化していますか			有	無	不明		
地覆	図-3.2②	ひび割れが見えますか			有	無	不明		
		剥がれ落ちているところが有りますか			有	無	不明		
		鉄筋が見えているところが有りますか			有	無	不明		
アスファルト舗装	図-3.2③	タイヤ走行位置に凹凸が有りますか			有	無	不明		
		穴や異常なへこみが有りますか			★	有	無	不明	
コンクリート舗装	図-3.2③	ひび割れが有りますか			有	無	不明		
		穴や異常なへこみが有りますか			★	有	無	不明	
伸縮装置	図-3.2④	ひび割れが有りますか			有	無	不明		
		伸縮装置本体に損傷と思われるような所が有りますか			★	有	無	不明	
排水装置	図-3.2⑤	前後の舗装に段差が有りますか			有	無	不明		
		地覆のあき部に損傷が有りますか			有	無	不明		
		路面横の排水ますに土砂が詰まっていますか			有	無	不明		
床版	図-3.2⑥	排水管が破損して水漏れしていますか			有	無	不明		
		排水ますの蓋や排水管その他に変形・損傷は有りますか			有	無	不明		
		下から見上げて、白い染み、ひび割れまたは錆汁が有りますか			★	有	無	不明	
		下から見上げて、白っぽいつらが有りますか			★	有	無	不明	
桁	図-3.2⑦	下から見上げて、表面が剥がれ落ちている所が有りますか			★	有	無	不明	
		補修の痕が有りますか			★	有	無	不明	
		鋼	ボルトが無くなっていますか			★	有	無	不明
			錆ている所が有りますか			★	有	無	不明
			補修の痕が有りますか			★	有	無	不明
		コンクリート	ひび割れまたは錆汁が見えますか			★	有	無	不明
剥がれ落ちている所が有りますか			★	有	無	不明			
鉄筋が見えている所が有りますか			★	有	無	不明			
支承	図-3.2⑧	補修の痕が有りますか			★	有	無	不明	
		車が通過したとき、叩くような音がしますか			★	有	無	不明	
		錆びている所が有りますか			★	有	無	不明	
橋台・橋脚 (下部構造)	図-3.2⑨	本体まわりが壊れていますか			★	有	無	不明	
		ひび割れまたは錆汁が有りますか			★	有	無	不明	
		剥がれ落ちている所が有りますか			★	有	無	不明	
		桁と橋台の壁がぶつかっていますか			★	有	無	不明	
その他 全体	図-3.2⑩ 図-3.2⑪	洗掘されていますか			★	有	無	不明	
		補修の痕が有りますか			★	有	無	不明	
		落橋防止装置が有りますか			有	無	不明		
		縁端拡幅コンクリートが有りますか			有	無	不明		
備考欄		車が通った時、きしみ音や叩く音等の異常音が聞こえますか			★	有	無	不明	
		車が通った時、振動が大きいのと思いますか			有	無	不明		
レベル2に進みますか					はい	いいえ			

注1. わからない時は『不明』とし、理由を備考欄に記入して下さい。
 注2. ★の欄に『有』や『不明』が1つでもある時はレベル2に進んで下さい。

3. 3. 2 レベル1－2点検シート（橋の下におりられない場合）

路線名				事務所			
橋梁名				所在地			
点検日	西暦			点検者			
天候	前日		当日				
橋長			径間数			全幅員	
上部工型式				下部工型式			

【Ⅱ】 橋面からの点検（橋の下におりられない場合）

点検箇所・部位		点検内容			判定結果			
高欄	図-3.2①	事故等によって変形していますか			有	無	不明	
		劣化していますか			有	無	不明	
地覆	図-3.2②	ひび割れまたは剥がれ落ちている所が見えますか			★	有	無	
アスファルト舗装	図-3.2③	タイヤ走行位置に凹凸が有りますか			有	無	不明	
		穴や異常なへこみが有りますか			★	有	無	
		ほぼ等間隔の橋軸直角方向のひび割れが有りますか			★	有	無	
		亀甲状のひび割れが有りますか			★	有	無	
		部分補修箇所に穴やへこみが有りますか			★	有	無	
コンクリート舗装	図-3.2③	穴や異常なへこみが有りますか			★	有	無	
		ひび割れが有りますか			有	無	不明	
伸縮装置	図-3.2④	伸縮装置本体に損傷と思われるような所が有りますか			★	有	無	
		伸縮装置本体に段差が有りますか			★	有	無	
		橋側の舗装にへこみや損傷が有りますか			★	有	無	
		橋面の排水状態が悪く雨水が伸縮装置へ流れ込んでいますか			★	有	無	
		地覆のあき部に損傷が有りますか			有	無	不明	
排水装置※	図-3.2⑤	路面横の排水ますが土砂で詰まっていますか			有	無	不明	
		排水管が破損して水漏れしていますか			有	無	不明	
		排水ますの蓋や排水管その他に変形・損傷は有りますか			有	無	不明	
桁※	図-3.2⑦	鋼	ボルトが無くなっていますか			★	有	無
			錆ている所が有りますか			★	有	無
			補修の痕が有りますか			★	有	無
		コンクリート	ひび割れが見えますか			★	有	無
			剥がれ落ちている所が有りますか			★	有	無
			鉄筋が見えている所が有りますか			★	有	無
		補修の痕が有りますか			★	有	無	
橋台・橋脚※ (下部構造)	図-3.2⑨	ひび割れが有りますか			★	有	無	
		剥がれ落ちている所が有りますか			★	有	無	
		桁と橋台の壁がぶつかっていますか			★	有	無	
		洗掘されていますか			★	有	無	
		補修の痕が有りますか			★	有	無	
その他全体	図-3.2⑩ 図-3.2⑪	落橋防止装置が有りますか			有	無	不明	
		縁端拡幅コンクリートが有りますか			有	無	不明	
		車が通った時、きしみ音や叩く音等の異常音が聞こえますか			★	有	無	
		車が通った時、振動が大きいのと思いませんか			有	無	不明	

備考欄

レベル2に進みますか

はい

いいえ

注1. わからない時は『不明』とし、理由を備考欄に記入して下さい。

注2. ★の欄に『有』や『不明』が1つでもある時はレベル2に進んで下さい。

注3. ※の箇所は、橋から少し離れて桁の側面等から確認できる場合に記入して下さい。

3. 3. 3 レベル2点検シート

路線名			事務所		
橋梁名			所在地		
点検日	西暦			点検者	
天候	前日	当日			
橋長			径間数	全幅員	
上部工型式			下部工型式		

【1】橋面および橋下面からの点検

点検箇所・部位		点検内容	点数			合計	判定			
舗装	図-3. 2③	穴へこみ	0	10	-		軽度	中度	重度	
		部分補修のあと	0	10	-					
		ひび割れ	0	10	-					
伸縮装置	図-3. 2④	損傷	0	-	20		軽度	中度	重度	
床版	図-3. 2⑥	床版下面のひび割れ	0	10	20		軽度	中度	重度	
		補修の痕の損傷	0	10	20					
鋼桁	図-3. 2⑦	亀裂	0	-	20		軽度	中度	重度	
		腐食	鈹桁	0	10					20
			箱桁	0	-					20
		変形	0	-	20					
コンクリート桁	図-3. 2⑦	補修の痕の損傷	0	10	20		軽度	中度	重度	
		劣化	0	10	20					
		損傷	0	-	20					
		かけ違い	0	-	20					
支承	図-3. 2⑧	補修の痕の損傷	0	10	20		軽度	中度	重度	
		異常音の有無	0	10	-					
		杓座モルタルのひび割れ	0	10	-					
		ナットのゆるみ	0	10	-					
起点側下部工	図-3. 2⑨	橋座部のひび割れ	0	-	20		軽度	中度	重度	
		桁端と壁の間隔	0	10	-					
		劣化	0	10	20					
		ひび割れ	0	10	20					
		洗掘	0	10	20					
終点側下部工	図-3. 2⑨	補修の痕の損傷	0	10	20		軽度	中度	重度	
		桁端と壁の間隔	0	10	-					
		劣化	0	10	20					
		ひび割れ	0	10	20					
		洗掘	0	10	20					
点検対象スパン（径間）の位置							軽度	0点	記録のみ	
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> 起点側 終点側 </div>							中度	10点	追跡点検	
備考欄							重度	20点以上	詳細調査	

- 注1. このシートは1スパン1枚です。左下の点検対象スパンの位置にスパン割をして対象スパンに○印を付けて下さい。
- 注2. レベル判定基準の写真を見ながら、上記の点数に○印を付けてください。
- 注3. 記入が終わったら各点検箇所毎に合計点を記入し、判定欄のいずれかに○印を付けて下さい。
- 注4. わからない時は記入せずに、理由を備考欄に記入して下さい。

3. 4 点検シートのレベル判定基準

3. 4. 1 舗装・伸縮装置

点検項目は部分補修の痕・穴へこみ・ひび割れ及び伸縮装置の4項目からなる。舗装の損傷は床版の損傷に起因して発生する場合があるので、特に穴へこみがあった場合は同じ位置の床版下面を注意して点検する。

(1)穴へこみ



10点	舗装面に穴やへこみがある		
-----	--------------	--	--

(2)部分補修の痕



10点	舗装面に部分補修の痕がある		
-----	---------------	--	--

(3) ひび割れ



10点 | 平行なひび割れがある



10点 | 亀甲状のひび割れがある

(4) 伸縮装置



20点 | 損傷がある




20点 | 装置本体に段差がある

3. 4. 2 床版

桁下から床版の下面を見上げ、主桁と横桁に囲まれた範囲毎に各床版のひび割れを確認する。可能な場合は、ひび割れに沿ってチョークで線を書き込むと良い。

(1) ひび割れ

	
10点 ひび割れが1方向に入り始めた	10点 ひび割れが縦横に入り始めた
	
20点 ひび割れが全面に入り始めた	20点 亀甲状のひび割れ
<p>【注意】</p> <ul style="list-style-type: none"> ひび割れ幅は無視し、目視可能なひび割れで判断する。 上記の図に無関係に遊離石灰（床版下面が白くなったり、白いツララができる）や漏水している場合は20点とする。 	

(2) 補修の痕



10点 補強鋼板に点錆び

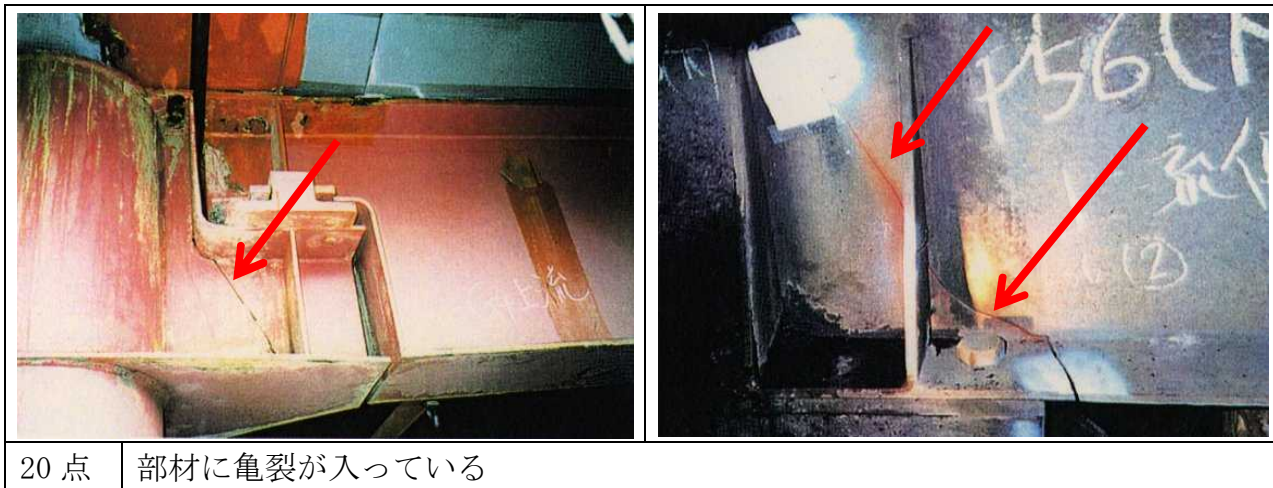


20点 補強鋼板に大きな錆び

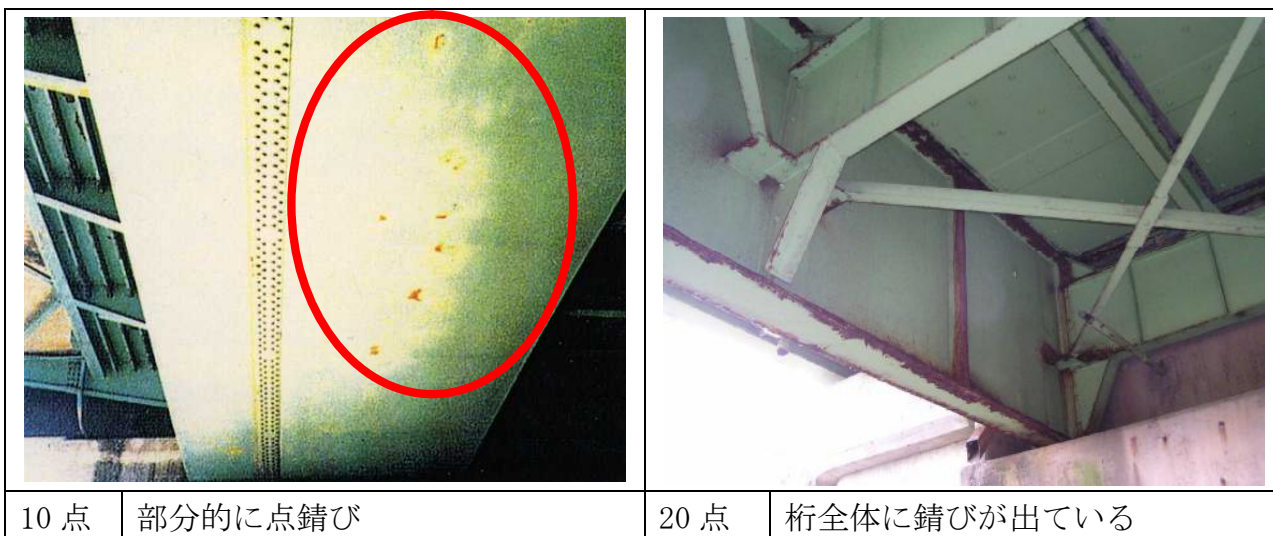
3. 4. 3 鋼桁

桁はその材質により鋼桁とコンクリート桁の2つに分け、それぞれ損傷の特徴別に分類して点数を設定している。

(1) 亀裂



(2) 腐食(鉄桁)

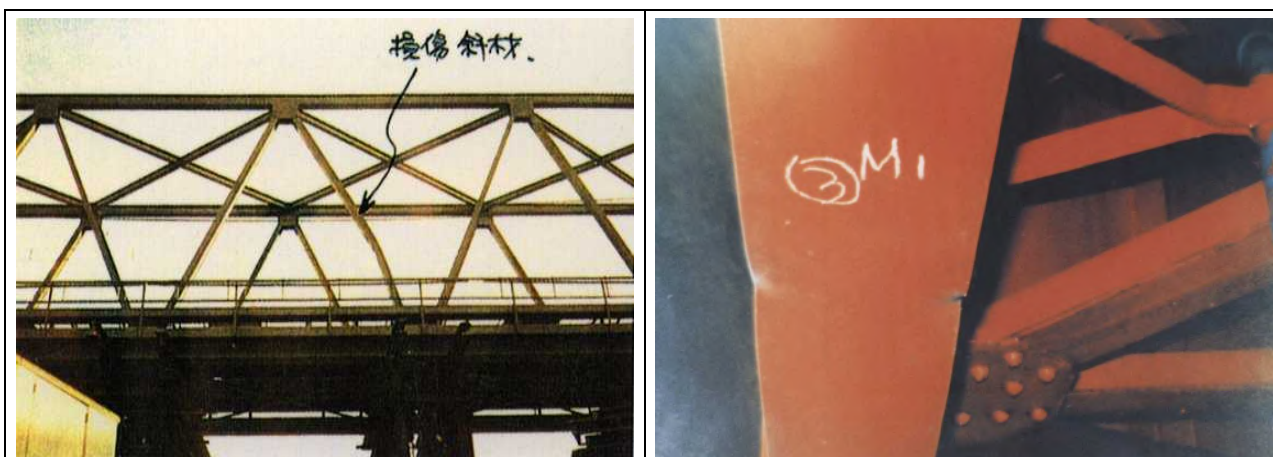


(3) 腐食(箱桁)



20点 部分的に錆びが出ている

(4) 変形



20点 部材が変形している

20点 桁の一部が変形している

(5) 補修の痕

事例が報告されたら掲載します

事例が報告されたら掲載します

10点 鋼鈹桁橋の補修痕

20点 鋼鈹桁橋の補修痕

3. 4. 4 コンクリート桁

(1)劣化



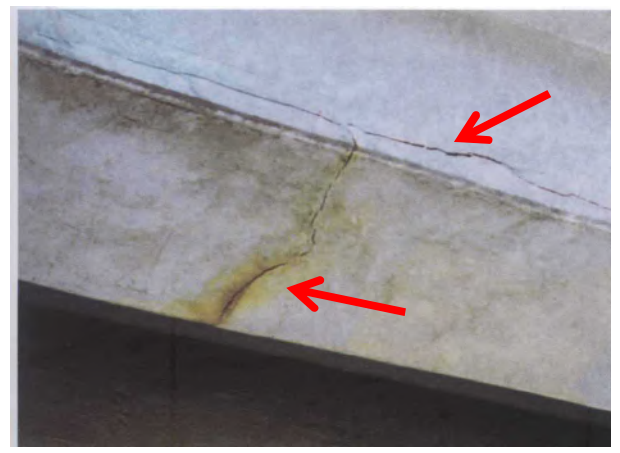
10点 | 表面の一部が欠け落ちている



10点 | 白いシミやツララ等がある



20点 | 鉄筋が露出している

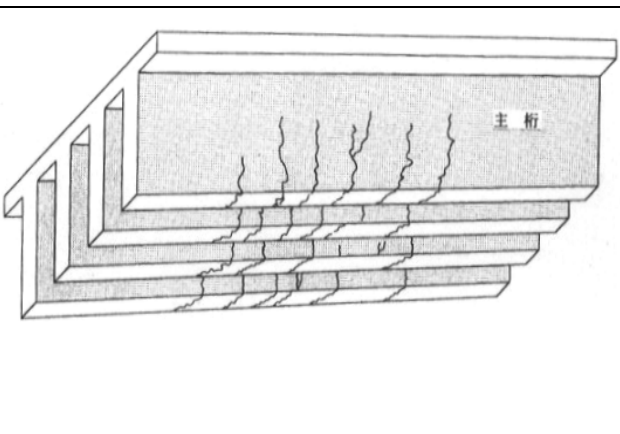


20点 | 鉄筋に沿うひび割れと錆汁

(2) 損傷



20点 | ひび割れがある



(3) かけ違い



20 点 | ヒンジ部にひび割れがある

(4) 補修の痕



10 点 | 補強鋼板が錆びている



20 点 | コンクリートが脱落している

3. 4. 5 支承

支承はできる範囲内で橋台・橋脚天端に行くか、または近くで点検する。

(1) 異常音の有無

車両通過時に支承周辺から異常音がするかを確認する。

(2) 沓座モルタルのひび割れ



10点	支承の周りにひび割れや損傷がある
-----	------------------

(3) ナットのゆるみ



10点	ナットがゆるんでいる
-----	------------

(4) 橋座部のひび割れ



20 点	ひび割れや欠け落ちがある		
------	--------------	--	--

3. 4. 6 下部工（橋台・橋脚）

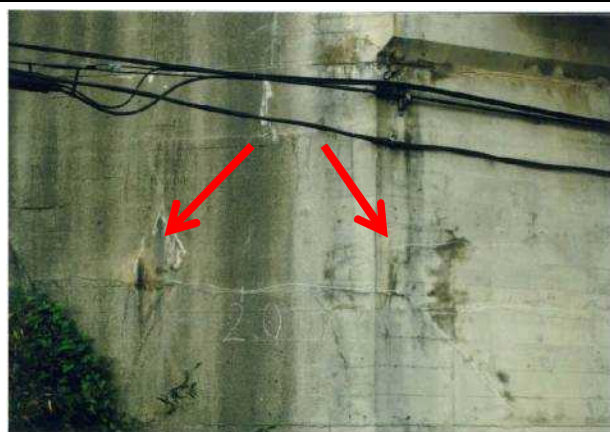
(1) 桁端と壁の間隔

<p>10点 桁端と橋台の壁の間隔がない、または一定でない</p>		

(2) 劣化

<p>10点 鉄筋が露出している</p>	
<p>20点 鉄筋露出と断面欠損がある</p>	<p>20点 表面が欠け落ちている</p>

(3) ひび割れ



10点 ひび割れがある



20点 広範囲に大きなひび割れがある

(4) 洗掘



10点 コンクリートが欠損している



20点 鉄筋が露出している

(5) 補修の痕



10点 巻立てコンクリート



10点 補強鋼板に錆びが出ている



20点 保護塗膜が剥がれている

参考資料 補修補強工法

参—1 目的

この参考資料は、補修補強工法の概要と概算工事費の把握を目的としている。専門家による詳細調査を行った上で、補修補強工法の選定について協議する際の参考資料であり、工事の積算根拠として用いることはできない。

なお、工法の選定に当たってはNETIS（新技術情報提供システム）も参考にすること。

参—2 鉄筋コンクリート構造物の補修補強工法

鉄筋コンクリート構造物の補修補強工法の選定にあたっては、構造物の変状の原因および劣化状況を十分に調査し、これらの劣化メカニズムに適切に対応できる工法を選定する。また、その実施にあたっては、補修補強する部位の構造体に求められる性能に応じて目標を定めて、補修補強の仕様を決定すべきである。

補修の対象としては、コンクリートのひび割れや剥離、剥落、断面欠損が挙げられる。

鉄筋コンクリート構造物のひび割れ補修工法として最も幅広く用いられている工法は注入工法で、充填工法と併用される場合が多い。注入工法の目的は、部材の一体性の確保、ひび割れに起因して発生する鋼材の腐食防止による耐久性の確保、防水性の確保及び部材としての耐荷性の回復である。

また、コンクリート構造物の表面を樹脂系やポリマーセメント系の材料で被覆することにより、水分、炭酸ガス、酸素及び塩分などを遮断して劣化進行を抑制し、構造物の耐久性を向上させる表面被覆工法がある。

さらに、損傷により剥落したコンクリートや、補修のためには取り取ったコンクリート断面を元の形状に修復し、かぶりなどを確保することで劣化進行を抑制し、構造物の耐久性を向上させる断面修復工法がある。

鉄筋コンクリート構造物に補強が必要となる要因としては、耐久性劣化、過大なひび割れ、過大な変形、振動障害などの発生と過荷重による損傷などがある。

これに対して、コンクリート構造物の補強方法は、補強対象の部材の断面を増大する方法、補強対象の部材に鋼材などの補強材を取り付ける方法、新しい構造部材を設けたり、支持点を新たに追加したりすることにより補強対象の部材の応力を軽減する方法などがある。

参—3 鋼橋の補修補強工法

鋼橋の補修補強に際しては、損傷の原因、損傷程度、損傷の進行度を十分に調査し損傷の原因を除去できる補修補強工法を決定する必要がある。しかしながら、損傷の多くはいくつかの原因が複合して発生しており、また設計計算において照査されない局所的な応力、変形に起因しているものがほとんどである。

補修の対象としては、腐食と疲労亀裂および変形が挙げられる。

鋼橋の防錆防食は一般的に塗装によっているため、適切な周期の塗り替えを行えば腐食は進行しない。しかし断面減少をきたしている腐食部に対しては、当て板（添接板）を用いて断面欠損を補ったり腐食部を部分的に取替えたりする。

疲労亀裂に対しては発生原因を考慮した適切な方法を採用する。方法は疲労亀裂先端への円孔（ストップホール）、溶接補修（補強部材なし）、補強部材を伴う溶接補修、添接部材と高力ボルトによる機械的補修などがある。

補強方法の基本的な原理は、以下の3つに分類される。

- 抵抗断面の増加や構造系の変更により実応力を低減させる。（断面増加、支持点追加）
- 死荷重を軽減し、活荷重に対する耐荷力を増加させる。（補強部材追加、外力追加）
- 損傷部材を交換する。（部材の交換）

参—4 取替え可能な部位（橋梁付属品）の補修工法

橋梁には、その機能を発揮するためにいくつかの付属品が必要となる。ここで付属品とは、本マニュアル(案)の中に示した取替え可能な部位であり、下記の①～⑤を示す。その他に親柱、照明灯（柱）、道路標識等も取替え可能な部位に分類されるが、本参考資料では考慮していない。

- ① 支承補修
- ② 伸縮装置補修
- ③ 高欄補修
- ④ 排水装置補修
- ⑤ 橋面舗装補修

取替え可能な部位（付属品）であっても、損傷が生じると交通安全上問題が生じたり、騒音が生じたりして問題となる場合がある。また水処理等が不十分な場合には、橋梁全体に支障をきたす場合もある。

したがって取替え可能な部位（付属品）の補修も、橋梁全体の保全を考える場合には重要な項目である。

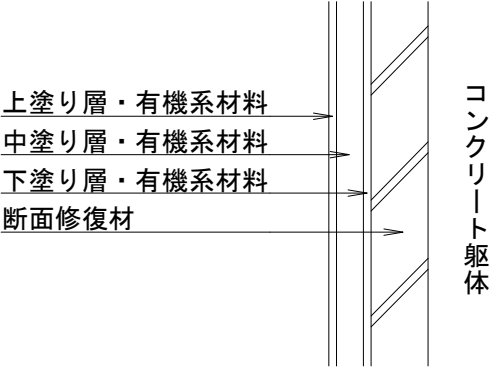
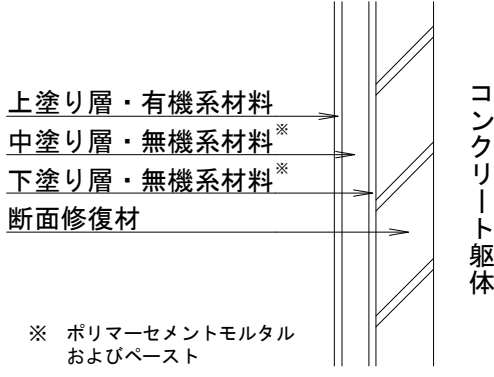
参—5 補修補強工法の概算工事費

種 別		工法の名称	概略工事費	備 考	
コン ク リ ー ト 橋	補修工法	① ひびわれ注入工法	8,000円/m	足場工は含まない	
		② 表面被覆工法	10,000円/m ²	足場工は含まない	
		③ 含浸工法	3,000円/m ²	足場工は含まない	
		④ 充填工法	5,000円/m	足場工は含まない	
		⑤ 断面修復工法	50,000円/m ²	足場工は含まない	
		⑥ 電気防食工法	80,000円/m ²	足場工は含まない	
	補強工法	部材の部分交換	⑦ 打換え工法	135,000円/m ²	夜間施工昼間交通開放で、撤去工及び足場工を含まない
		断面の増加	⑧ 上面増厚工法	50,000円/m ²	t=60mm, 撤去工及び足場工を含まない
			⑨ 下面増厚工法	70,000円/m ²	撤去工及び足場工を含まない
			⑩ 巻立て工法	50,000円/m ²	t=250mm, 足場工を含まない
		部材の追加	⑪ 縦桁増設工法	700,000円/t	足場工を含まない
		支持材の追加	⑫ 支持工法	3,000,000円/箇所	
		補強部材の追加	⑬ 鋼板接着工法	80,000円/m ²	足場工を含まない
			⑭ 繊維シート接着工法	50,000円/m ²	2層, 足場工を含まない
			⑮ 鋼板巻立て工法	150,000円/m ²	足場工を含まない
			⑯ サンドイッチ工法	135,000円/m ²	舗装の撤去・復旧は含まない
		外力の追加	⑰ プレストレス導入工法	50,000円/m ²	
鋼 橋	補修工法	塗装	① 塗り替え工法	3,000円/m ²	長油性中・上塗を対象とする (足場工は含まない)
		断面欠損	② 添接板工法	250,000円/箇所	足場工, 防護工, 塗装工は含まない
		亀裂	③ 溶接補修工法	100,000円/箇所	足場工, 防護工, 探傷検査, 塗装工は含まない
		変形	④ 矯正工法	750,000円/箇所	足場工, 防護工, 塗装工は含まない
	補強工法	断面増加	⑤ 添接板補強工法	500,000円/箇所	亀裂溶接, 足場工, 防護工, 探傷検査, 塗装工は含まない
			⑥ 重ね部材工法	300,000円/箇所	足場工, 防護工, 塗装工は含まない
		支持点追加	⑦ 支持工法	900,000円/箇所	支持架台支承, 足場工, 防護工, 塗装工は含まない
		補強部材追加	⑧ 補強材工法	450,000円/m	足場工, 防護工, 塗装工は含まない
			⑨ 増設工法	650,000円/t	足場工, 防護工, 塗装工は含まない
		橋 梁 付 属 物	補修工法	① 支承補修工法	1,500,000円/基
② 伸縮装置補修工法	150,000円/m			伸縮量30~50mm	
③ 高欄補修 その1	110,000円/m			地盤改良も含む	
③ 高欄補修 その2	110,000円/m			地盤改良も含む	
④ 排水装置補修	8,000円/m			塩化ビニール管使用	
⑤ 橋面舗装補修	6,000円/m ²				

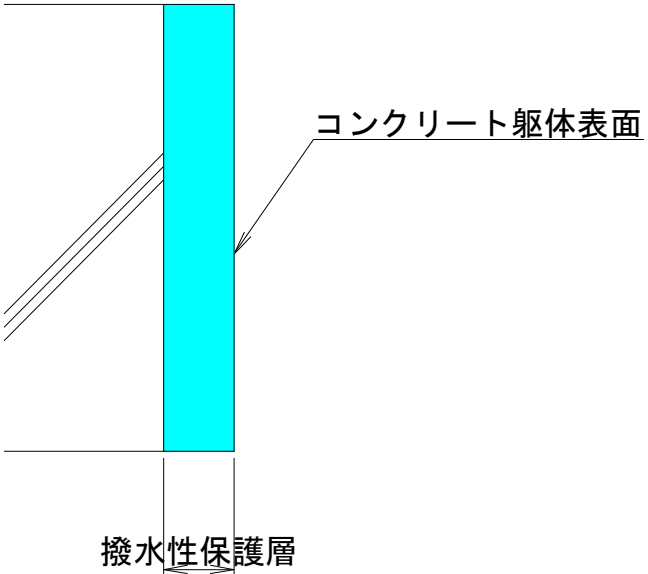
補修工法の名称	コー① ひびわれ注入工法	
概要と特徴	コンクリート部材のひびわれに樹脂系あるいはセメント系の材料を注入することにより、雨水等の侵入を防止するなど防水性と耐久性の向上を図るものである。	
適用部材など	コンクリート部材。	
補修計画上の留意点	使用材料	エポキシ樹脂、ポリマーセメント。
	設計	0.2～5.0mmのコンクリートひびわれに対して採用される。 進行性ひびわれの場合、注入材に変形追随性が求められる可とう性のエポキシ樹脂を用いる必要がある。 セメント系注入材は、ひびわれ幅2mm以上の大きい場合に用いられる。
	構造細目	注入は、低圧低速で行う。最近ではゴム圧を利用した注入器がよく用いられる。 注入パイプ間隔は、ひびわれ幅に応じて5～50cmピッチとする。
	施工	施工は、一般的に次の手順で実施される。 [足場の設置] → [現場調査] → [表面清掃] → [注入パイプ取り付け] → [ひびわれ面シール] → [シール材養生] → [注入器取り付け・注入] → [養生] → [注入パイプ・シール材撤去及び表面仕上げ] → [足場の撤去]
その他の留意点	注入用エポキシ樹脂は、施工時期に応じた可使時間及び、ひびわれ幅に適応した粘度を有した材料を選定することが大切である。	

補修工法の名称	コー① ひびわれ注入工法
概 要 図	
<p>The diagram illustrates the crack injection repair process in two stages. On the left, a cross-section of a concrete crack is shown. A pipe is inserted into the crack, and sealant is applied around it. Labels include 'パイプ' (pipe), 'シーラ材' (sealant), and 'ひび割れ' (crack). On the right, the injection process is shown. A 'ゴム製注入器' (rubber syringe) is used to inject sealant into the crack through a 'シーラ材' (sealant). The crack is labeled 'ひび割れ'.</p>	
参 考 文 献	<p>1)コンクリートのひびわれ調査 補修・補強指針、日本コンクリート工学協会、1992年6月</p> <p>2)コンクリート標準示方書[維持管理編]、土木学会、2001年1月</p> <p>3)コンクリート診断技術'01、日本コンクリート工学協会、2001年3月</p> <p>4)コンクリートの耐久性向上技術の開発、(財)土木研究センター、1989年5月</p>


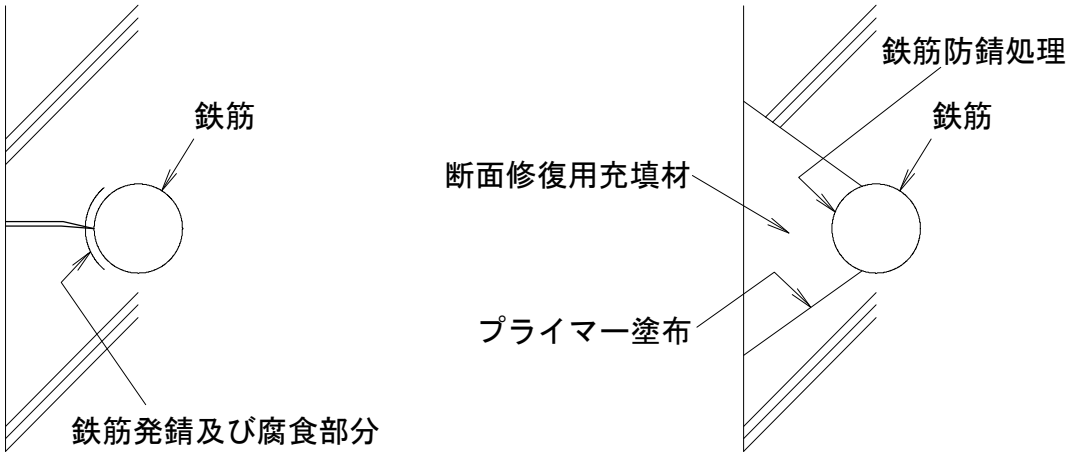
補修工法の名称	コー② 表面被覆工法	
概要と特徴	0.2mm以下の微細なひびわれの上に塗膜し、防水性・耐久性の向上を図る方法と、アルカリ骨材反応・塩害・凍害・中性化等の防止対策のため直接外気に接する部材全体を被覆することで、水分・塩分・酸素等の侵入を遮断する方法がある。	
適用部材など	鉄筋コンクリート部材、プレストレスコンクリート部材等。	
補修計画上の留意点	使用材料	塗膜被覆:有機系材料(エポキシ樹脂、ポリウレタン樹脂、シリコン樹脂等) モルタル被覆:SBR系ポリマーセメント・アクリル系ポリマーセメント等
	設計	<ul style="list-style-type: none"> ・塩害対策の場合、鋼材周辺の塩化物イオン濃度が現状および将来にわたり$1.2\text{kg}/\text{m}^3$を超過しない場合に採用する。 ・アルカリ骨材反応の場合、ひびわれの進行度合により被覆材のひびわれ追従性が要求され、柔軟型厚膜被覆、柔軟型被覆、硬質型被覆を選択する必要がある。 ・凍害対策の場合は、直接外気に接する部分全体を被覆する。 ・0.2mm程度以下のひびわれの場合、浸透性防水剤塗布による補修を行うこともある。
	構造細目	被覆材として、ひびわれ追従性、水透過阻止性、遮塩性、コンクリートとの付着性、耐アルカリ性、耐候性、外観等について総合的に検討して材料を選定する。
	施工	<p>施工は、下記の手順で実施される。</p> <p>[足場の設置] → [現地調査] → [コンクリート表面のブラスト処理] → [コンクリート表面の素地調整] → [表面被覆材塗布] → [足場の撤去]</p>
その他の留意点	強風時、砂塵の多い時は作業を中止する。また、気温が 5°C 以下で湿度85%以上の時も作業を行わない。	

補修工法の名称	コー② 表面被覆工法
概 要 図	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>上塗り層・有機系材料 中塗り層・有機系材料 下塗り層・有機系材料 断面修復材</p> <p>コンクリート 躯体</p> <p>(a) 塗膜被覆工法</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>上塗り層・有機系材料 中塗り層・無機系材料※ 下塗り層・無機系材料※ 断面修復材</p> <p>コンクリート 躯体</p> <p>※ ポリマーセメントモルタル およびペースト</p> <p>(b) モルタル被覆工法</p> </div> </div>
参 考 文 献	<p>1)コンクリートのひびわれ調査 補修・補強指針、日本コンクリート工学協会、1992年6月</p> <p>2)コンクリートの診断技術'05、日本コンクリート工学協会、2005年3月</p> <p>3)コンクリート標準示方書[維持管理編]、土木学会、2001年1月</p> <p>4)コンクリートの耐久性向上技術の開発、(財)土木研究センター、1989年5月</p>

補修工法の名称	コー③ 含浸工法	
概要と特徴	<p>本工法は、含浸材によりコンクリートの防水性と耐久性を向上させるもので、含浸材としてシラン系やリチウム系の化合物があり、これらをコンクリート表面に塗布することで、化合物がコンクリートの微細構造に浸透し、セメントと化学的に結合して強固な撥水性の保護層を形成する。</p> <p>また、内部からの水分については逸散する効果がある。</p> <p>アルカリ骨材反応、塩害、中性化、凍害等を抑制することができる。</p>	
適用部材など	コンクリート、鉄筋コンクリート部材およびプレストレスコンクリート部材。	
補修計画上の留意点	使用材料	含浸材料:有機系材料(シラン系、リチウム系化合物)
	設計	コンクリート表面の劣化部分を除去後に塗布を行う。 また、0.2mm以上のひびわれについて補修しておく。
	構造細目	
	施工	<p>施工は、下記の手順で実施される。</p> <p>[足場の設置] → [現場調査] → [コンクリート表面の下地処理] → [刷毛またはローラー刷毛による塗布] → [養生] → [足場の撤去]</p>
その他の留意点	<p>塗布はコンクリート面が乾燥状態で行う。</p> <p>完成後、必要に応じて断面修復等を行う。</p>	

補修工法の名称	コー③ 含浸工法
概 要 図	
	
参 考 文 献	<p>1)コンクリートのひびわれ調査 補修・補強指針、日本コンクリート工学協会、1992年6月</p> <p>2)コンクリート標準示方書[維持管理編]、土木学会、2001年1月</p> <p>3)アルカリ骨材反応対策小委員会報告書、土木学会、2005年8月</p>

補修工法の名称	コー④ 充填工法	
概要と特徴	5mm以上の比較的大きな幅のひびわれ補修に適した工法で、ひびわれに沿ってコンクリートをU字またはV字形にカットし、その部分に補修材を充填する工法である。ただし、鉄筋腐食の有無により補修方法が異なる。	
適用部材など	コンクリート部材。	
補修計画上の留意点	使用材料	ポリマーセメントモルタル、エポキシ樹脂モルタル等。 アクリル・シーラント系充填材(進行性ひびわれの場合)
	設計	1鉄筋が腐食していない場合 ひびわれに沿って10～50mm幅にコンクリートをカットした後、カット部をポリマーセメントモルタル等の充填材にて補修する。 2鉄筋が腐食している場合 鉄筋の発錆腐食している部分を十分に処置できる程度にコンクリートをはつり取り、鉄筋の錆落とし、防錆処理を施す。その後、コンクリート面にプライマー塗布をし充填材にて補修する。
	構造細目	アルカリ骨材反応等進行性ひびわれの場合、変形追随性のよりアクリルあるいはシーラント系充填材を用いる。
	施工	施工は、一般的に次の手順で実施される。 [足場の設置] → [現場調査] → [ひびわれ面のU・Vカット] → (鉄筋の錆落とし) → [清掃] → (鉄筋の防錆処理) → [プライマー塗布] → [補修材充填] → [養生] → [表面仕上げ] → [足場の撤去]
その他の留意点	鉄筋が発錆している場合、ひびわれの発生していない部分にも腐食が進行していることが多いので補修範囲に注意が必要である。	

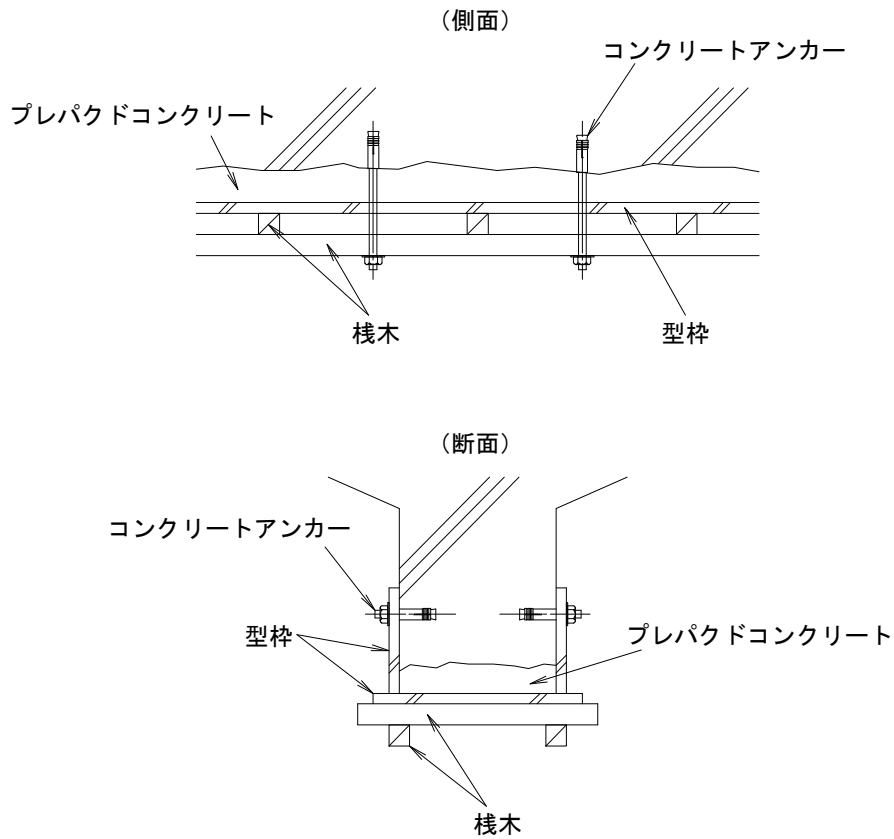
補修工法の名称	コー④ 充填工法
概 要 図	
<div style="text-align: center;">  <p>(a) 鉄筋が腐食していない場合のU・V字形カット</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(b) 鉄筋が腐食している場合</p> </div>	
参 考 文 献	1)コンクリートのひびわれ調査 補修・補強指針、日本コンクリート工学協会、1992年6月 2)コンクリート標準示方書[維持管理編]、土木学会、2001年1月 3)コンクリートの耐久性向上技術の開発、(財)土木研究センター、1989年5月 4)コンクリート診断技術'01、日本コンクリート工学協会、2001年3月

補修工法の名称	コー⑤ 断面修復工法	
概要と特徴	コンクリートの劣化部や劣化因子の除去を目的に既設コンクリート断面をはつり取り、モルタルやセメント等で修復する工法である。修復する断面の大きさ等により補修方法が異なる。	
適用部材など	コンクリート部材、鉄筋コンクリート部材、プレストレストコンクリート部材等。	
補修計画上の留意点	使用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・粗骨材 ・アクリル系ポリマーセメントコンクリート(モルタル) ・SBR系ポリマーセメントコンクリート(モルタル) ・エポキシ系ポリマーセメントコンクリート(モルタル) ・無収縮セメントコンクリート(モルタル)
	設計	<p>・断面修復の形状や位置等により、下記の修復方法がある。</p> <p>プレパクドコンクリート: 修復断面が比較的大きい場合に、型枠を組み立てて行う。</p> <p>打ち継ぎモルタル: 修復断面が大きく、下向き作業が可能な場合に用いられる。</p> <p>モルタル補修: 修復断面が比較的小さい場合に用いられ、コテ、ヘラまたは指等によりモルタルを塗り込む。</p> <p>・塩害においては、発錆限界塩化物イオン量を超過したコンクリート部をはつり取り断面修復する。また、修復後、表面被覆工法を併用するのが一般的である。</p> <p>・アルカリ骨材反応においては、劣化因子の除去を目的に行われることがある。</p> <p>・プレストレス部材の場合、断面のはつりに伴う安全性の検討が必要である。</p>
	構造細目	
	施工	<p>施工は、下記の手順で実施される。</p> <p>[足場の設置] → [現地調査] → [コンクリートはつり] → [ブラスト調整] → [素地調整] → [鉄筋の防錆処理] → [プライマー処理] → [断面修復] → [足場の撤去]</p>
その他の留意点	脆弱部が残るとその影響で修復部が剥がれやすくなるため、劣化損傷部のはつり、はつり面の処理、鋼材の防錆処理は確実にを行う。	

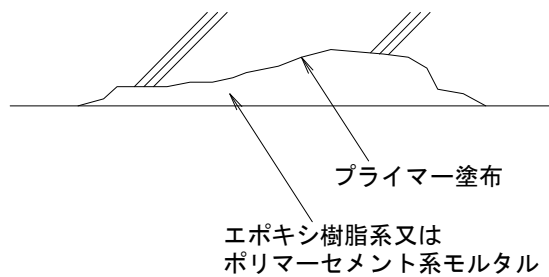
補修工法の名称

コー⑤ 断面修復工法

概要図



(a) プレパクドコンクリートの場合



(b) モルタルの場合

参考文献

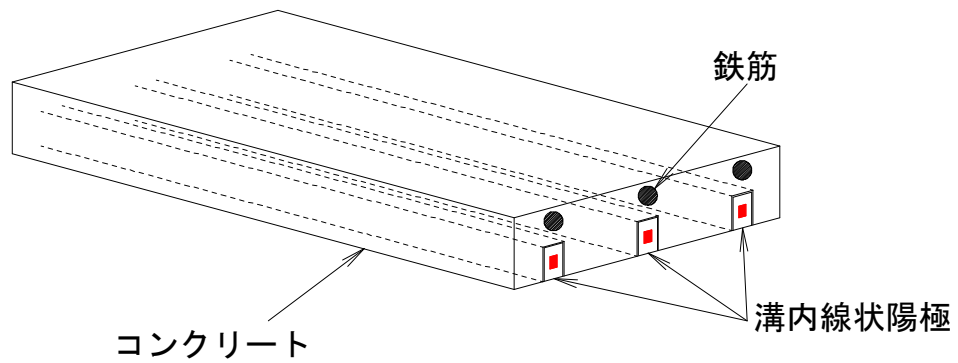
- 1)コンクリートのひびわれ調査 補修・補強指針、日本コンクリート工学協会、1992年6月
- 2)コンクリートの診断技術'05、コンクリート工学協会、2005年3月
- 3)コンクリート標準示方書[維持管理編]、土木学会、2001年1月
- 4)コンクリートの耐久性向上技術の開発、(財)土木研究センター、1989年5月

補修工法の名称	コー⑥ 電気防食工法	
概要と特徴	<p>コンクリート中の鋼材に腐食箇所と健全箇所が生じると電位差が生じて、電位の高い方から低い方に腐食電流が流れ、鋼材の腐食が進む。本工法は、コンクリート表面を陽極とし、鋼材を陰極とすることでこの腐食電流による電位差をうち消して、鋼材の腐食を止めようとする工法である。</p> <p>なお、陽極材の設置方法は、線状、面状、点状の各種方法がある。</p>	
適用部材など	塩害または中性化環境下にある鉄筋コンクリート、プレストレスコンクリート部材。	
補修計画上の留意点	使用材料 <ul style="list-style-type: none"> ・陽極材：チタン(点、面、線状)、亜鉛(シート) ・断面修復材：ポリマーセメント系断面修復材 ・照合電極、排流端子、直流電源装置等 	
	設計 <ul style="list-style-type: none"> ・鋼材腐食抑制から復極量を100mV以上確保 ・過防食による鋼材の付着力減少やPC鋼材の水素脆化の防止等から-1000mVより貴な電位に設定 ・防食回路の1ブロック当たり面積規模は500㎡程度以下 ・照合電極は電気防食1回路当たり2ヶ所以上設置 ・断面修復材はコンクリートと同程度の電気抵抗のものを使用 	
	構造細目	
	施工 <p>施工は、下記の手順で実施される。</p> <p>[足場の設置] → [劣化部コンクリートの除去] → [照合電極装置設置] → [排流端子設置] → [通電確認] → [金属片除去] → [溝はつり] → [モルタル充填、断面修復] → [陽極材設置] → [直流電源装置設置] → [配線・配管] → [通電確認] → [足場撤去]</p>	
その他の留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・施工後、防食効果の確認等の適切な維持管理計画が必要である。 	

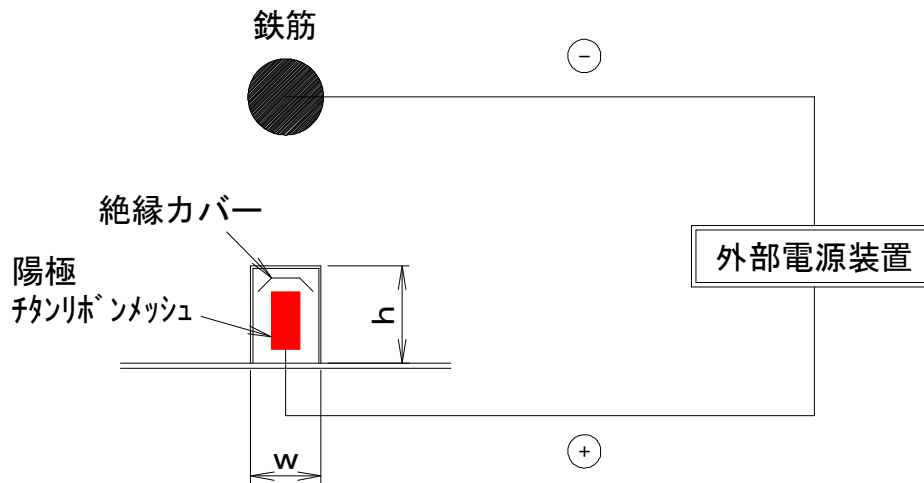
補修工法の名称 コー⑥ 電気防食工法

概要図

以下に、線状陽極方式の一例を示す。



溝内の線状陽極詳細



溝の大きさ : w = 8 mm 程度
h = 20mm 程度

参考文献

- 1)電気化学的防食工法 設計施工指針(案)、土木学会、2001年11月
- 2)コンクリート標準示方書「維持管理編」、土木学会、2001年1月
- 3)コンクリート構造物の電気化学的補修工法 設計・施工マニュアル、
コンクリート構造物の電気化学的補修工法研究会、1998年1月

補強工法の名称	コー⑦ 打換え工法
概要と特徴	<p>打換え工法とは、劣化した部材の一部または全部を撤去し、新しいコンクリートで打ち換えたり、プレキャスト部材に交換したりすることにより、耐荷力を回復もしくは向上させる補強工法である。</p> <p>ただし、既設部材断面の復元では耐荷力の回復はできるが、向上はできない。耐荷力を向上させるには、配置鉄筋の大幅な増加や、鋼板接着、上面又は下面増厚工法など他工法との併用を考える必要がある。</p>
適用部材など	<p>はり、スラブ、柱、壁などほとんどのコンクリート部材。</p> <p>はりのせん断補強、柱や壁の補強、ゲルバー部や支承、トンネルの内巻など、あらゆる補強に適用できる。</p>
補強計画上の留意点	<p>使用材料</p> <p>通常のコンクリートと鋼材のほか、次のような材料が使用される。</p> <p>超速硬コンクリートや超早強コンクリート: 施工時間の短縮が要求される場合</p> <p>膨張コンクリート: 打換え部分コンクリートの収縮ひび割れが懸念される場合</p> <p>エポキシ樹脂系プライマー: 新旧コンクリートの付着性を向上させる場合</p>
	<p>設計</p> <p>一般的な鉄筋コンクリート構造もしくはプレストレストコンクリートとしての設計を行う。</p> <p>ただし、施工中の部材の撤去に伴う断面変化、構造形式の変化に対する検討を行う必要がある。またPC部材の打換えを行う場合は、各施工段階ごとのプレストレスの状態についても検討する必要がある。</p>
	<p>構造細目</p> <p>打換え部分の大きさは、補強鉄筋の重ね継ぎ手長、定着長を考慮して決定する。</p> <p>既設部材と新設部材の打継目は、断面力の小さな位置に設ける。</p>
	<p>施工</p> <p>新コンクリートを打ち換えた直後には、活荷重などによる振動の影響をできるだけ少なくする方法をとる。</p> <p>新旧コンクリートの打継目の処理には、十分な注意を払う。</p> <p>鉄筋の不足している箇所や鉄筋の損傷が大きい場合などで、鉄筋の補強を考慮するときには、できるだけ鉄筋の溶接を避ける。やむを得ない場合にはグループ溶接とし、低水素系溶接棒を用いて、断面を損なわないように行う。また、太径鉄筋を使用する際に十分な重ね継手長と堅固な結束ができない場合には、機械式継手とする。</p>
その他の留意点	

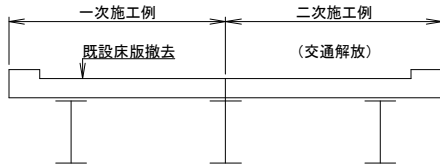
補強工法の名称

コー⑦ 打換え工法

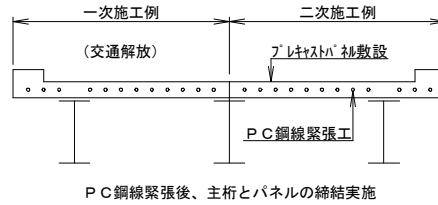
概要図

橋梁におけるプレキャスト床版の例

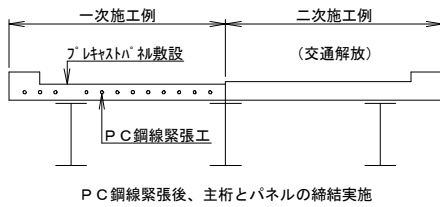
①一次施工側既設床版撤去



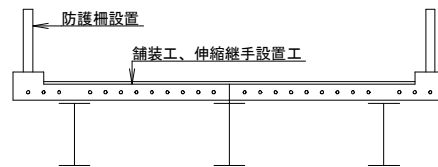
④二次施工側プレキャストパネル敷設、及び一次二次パネル連結



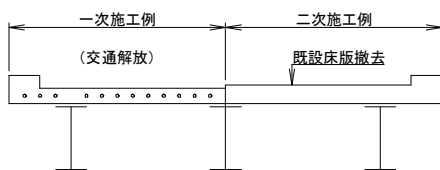
②一次施工側プレキャストパネル敷設



⑤橋面工及び防護柵設置



③二次施工側既設床版撤去



既設床版を切断撤去し、あらかじめ適切な大きさに製作されたプレキャスト床版を設置する。

参考文献

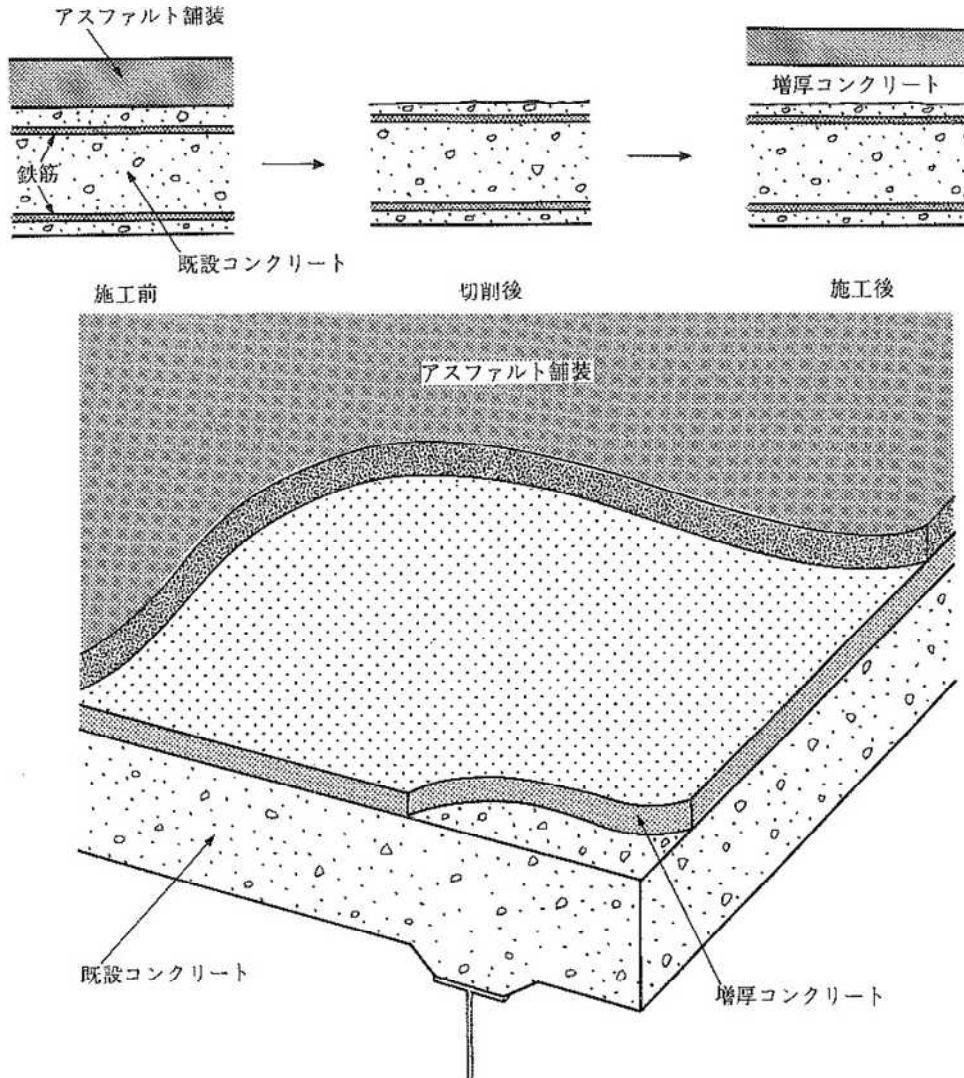
- 1)道路橋補修便覧、日本道路協会、1979年2月
- 2)コンクリート標準示方書「維持管理編」、土木学会、2001年1月
- 3)道路橋床版の輪荷重走行試験における疲労耐久性評価手法の開発に関する共同研究報告(その3)、建設省土木研究所、2000年11月
- 4)鋼道路橋設計便覧、日本道路協会、1979年2月
- 5)鋼橋の床版①～⑩、橋梁と基礎、1998年4月～1999年3月
- 6)道路橋床版の新技术と性能照査型設計、土木学会、2000年10月

補強工法の名称	コー⑧ 上面増厚工法
概要と特徴	<p>上面増厚工法とは、既設コンクリート部材の上面にコンクリートを打ち足し、抵抗断面を増加させて耐荷力の回復もしくは向上を図る補強工法である。</p> <p>この工法では、新旧コンクリートの確実な一体化を図ることが必要であり、新旧コンクリートの打継目の処理などが特に大切である。</p> <p>橋面の交通規制は、施工時に全面または片側規制が必要である。</p> <p>(注)柱や壁などの部材に対するものは、「巻立て工法」に分類した。</p>
適用部材など	主として、スラブの曲げ及びせん断補強。
補強計画上の留意点	<p>使用材料</p> <p>コンクリートは、乾燥収縮が少なく、高強度で早強性のあるものを用いるのがよい。橋梁床版では、一般に鋼繊維を混入した超速硬コンクリートを用いることが多い。</p> <p>新旧コンクリートの接着性を向上させるためにプライマーを用いる場合は、一般にエポキシ樹脂系のプライマーを使用する。</p>
	<p>設計</p> <p>増厚コンクリートの自重を含めて、死荷重に対しては既設部材断面で、増厚後に作用する荷重に対しては増厚された部材が抵抗するものとして、設計することができる。</p> <p>なお、上面増厚コンクリートの自重はかなりの重量となり、支持部材への影響が大きいため、それらの部材に対する照査が必要である。</p>
	<p>構造細目</p> <p>上面増厚量は、無筋コンクリートの場合で5cm程度、鉄筋を配置する場合には十分なかぶりを確保できるようにするのが望ましい。</p> <p>スラブの上面に増厚工法を行う場合は、防水工を合わせて行うことが望ましい。</p>
	<p>施工</p> <p>施工は、一般に次の手順で実施される。</p> <p>[事前調査] → [アスファルト路面切削工] → [コンクリート面切削工] → [コンクリート面研掃工] → [鉄筋工] → [コンクリート工] → [養生] → [防水工] → [舗装工]</p> <p>切削工において、既設鉄筋に損傷を与えないよう十分に注意する必要がある。</p>
その他の留意点	床版の増厚に応じた伸縮装置の高さ調整が必要である。

補強工法の名称 コー⑧ 上面増厚工法

概 要 図

橋梁床版の上面増厚工法の例



アスファルト舗装を撤去し、床版上面コンクリートを数cm切削する。その後、鋼繊維を混入した超速硬コンクリートなどを打ち込み一体化する。

参 考 文 献

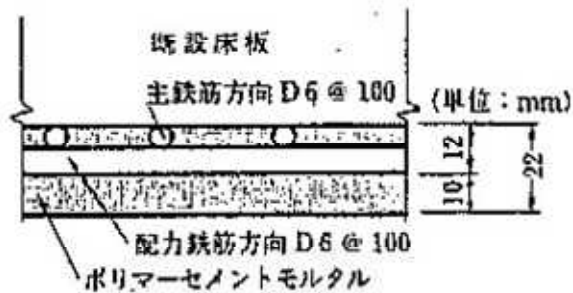
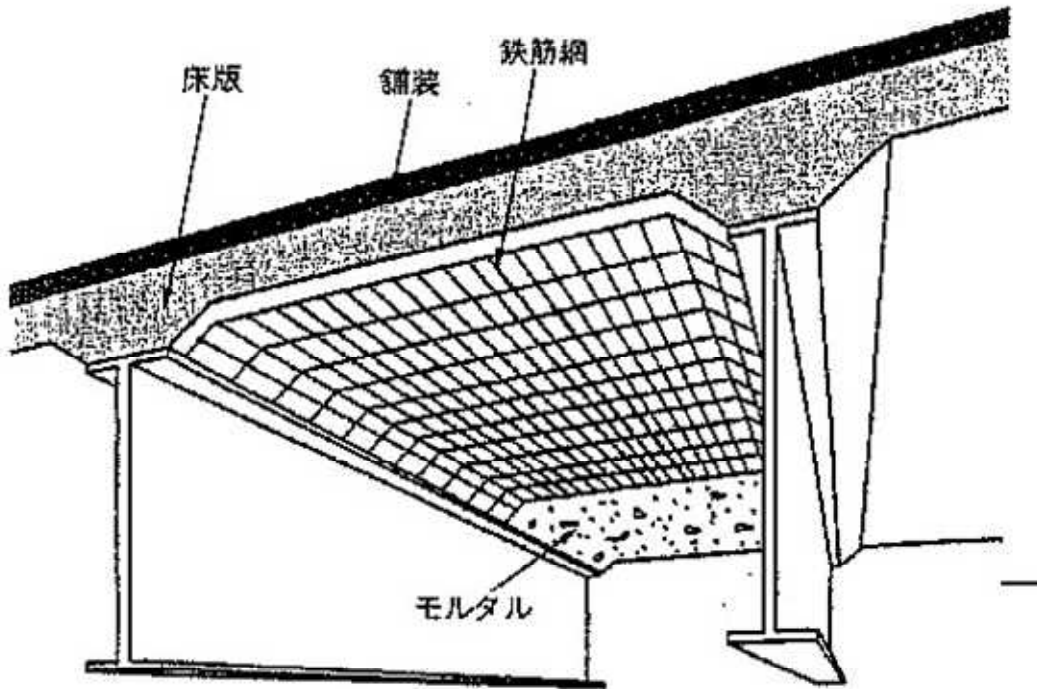
- 1)松井繁之ほか:増厚工法によるRC床版補強の耐久性評価、構造工学論文集 vol.38、1992年3月
- 2)檜会 勇:床版の補修・補強の概要、橋梁と基礎、1994年8月
- 3)コンクリート標準示方書「維持管理編」、土木学会、2001年1月
- 4)コンクリート構造物の補強指針(案)、土木学会、1999年9月
- 5)道路橋床版の新技術と性能照査型設計、土木学会、2000年10月

補強工法の名称		コー⑨ 下面増厚工法
概要と特徴		<p>下面増厚工法とは、既設コンクリート部材の下面にポリマーセメントモルタルを打ち足し、抵抗断面を増加させて耐荷力の回復もしくは向上を図る補強工法である。</p> <p>この工法では、既設コンクリートとポリマーセメントモルタルの確実な一体化を図ることが重要であり、既設コンクリート接着面の十分な前処理(不陸の調整、湿気の除去など)が特に大切である。</p> <p>橋面の交通規制は、資材搬入時に一時片側規制が必要な場合もあるが、交通規制をほとんど必要としない。</p> <p>部材が軽量なため作業性がよく、施工上の制限をほとんど受けない。</p> <p>(注)柱や壁などの部材に対するものは、「巻立て工法」に分類した。</p>
適用部材など		主として、スラブの曲げ補強。
補強計画上の留意点	使用材料	<p>ポリマーセメントモルタル</p> <p>補強鉄筋</p> <p>コンクリートアンカー</p>
	設計	<p>増厚コンクリートの自重を含めて、死荷重に対しては既設部材断面で、増厚後に作用する荷重に対しては増厚された部材が抵抗するものとして、設計することができる。</p> <p>なお、増厚コンクリートの自重の増加は少なく、支持部材への影響が少ない。</p>
	構造細目	<p>既設床版にコンクリートアンカーを打ち込み補強鉄筋を固定し、18mm程度増厚する。</p> <p>スラブの下面に増厚工法を行う場合は、ポリマーセメントモルタル上の滞水により床版損傷を防止するために、防水工を合わせて行う。</p>
	施工	<p>施工は、一般に次の手順で実施される。</p> <p>[足場の設置] → [現地調査] → [表面処理] → [断面修復] → [下塗り(ポリマーセメント塗布)] → [補強鉄筋の取付] → [アンカー設置工] → [ポリマーセメントモルタルコテ塗り仕上げ工] → [仕上げ材吹付工] → [足場の撤去]</p> <p>ポリマーセメントモルタルのコテ塗り作業が上向きとなるため、施工管理が必要となる。</p> <p>ポリマーセメントモルタルの1回の塗厚は付着力を高めるために約1cm以下とし、厚塗りにならないように注意する。ポリマーセメントモルタルの接着力は湿度、温度などによるため、この点についても注意する必要がある。</p>
その他の留意点		

補強工法の名称 コー⑨ 下面増厚工法

概要図

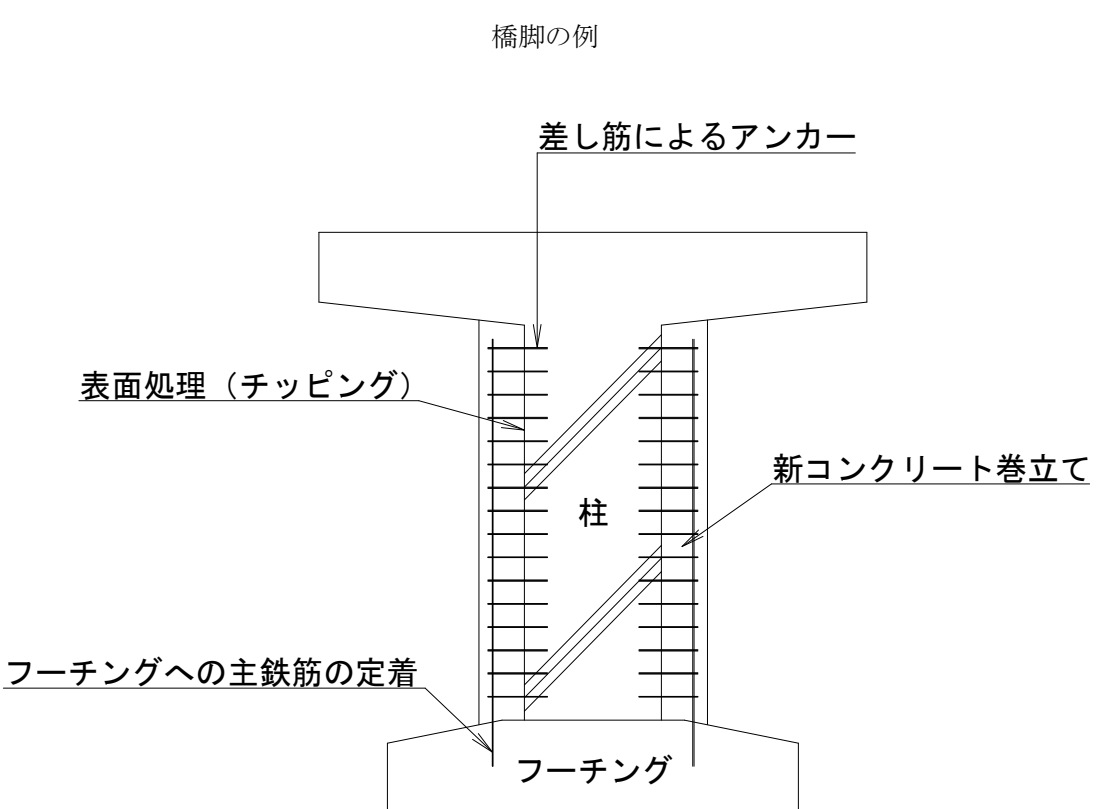
橋梁床版の下面増厚工法の例



参考文献

- 1) 松井繁之ほか: 増厚工法によるRC床版補強の耐久性評価、構造工学論文集 vol.38、1992年3月
- 2) 檜会 勇: 床版の補修・補強の概要、橋梁と基礎、1994年8月
- 3) コンクリート標準示方書「維持管理編」、土木学会、2001年1月
- 4) コンクリート構造物の補強指針(案)、土木学会、1999年9月
- 5) 道路橋床版の新技术と性能照査型設計、土木学会、2000年10月

補強工法の名称	コー⑩ 巻立て工法
概要と特徴	<p>巻立て工法とは、既設コンクリート部材の周囲にコンクリートを打ち足し、抵抗断面を増加させて耐荷力の回復もしくは増加を図る補強工法である。</p> <p>この工法では、新旧コンクリートの確実な一体化を図ることが重要であり、既設構造物へのアンカーと、新旧コンクリートの打継目の処理などが特に大切である。</p>
適用部材など	主として、柱や壁などの比較的マッシブな部材の補強、橋脚などの耐震補強、特に段落し部の補強に多く採用される。
補強計画上の留意点	<p>使用材料</p> <p>コンクリートは、乾燥収縮が少なく、高強度で早強性のあるものを用いるのがよい。新旧コンクリートの接着性を向上させるためにプライマーを用いる場合は、一般にエポキシ樹脂系のプライマーを使用する。</p>
	<p>設計</p> <p>既設コンクリートの自重を含めて死荷重に対しては既設部材断面で、巻立てコンクリートの死荷重および変動荷重に対しては、巻き立てられた部材が抵抗するものとして設計することができるほか、場合によっては既設コンクリートの自重の一部も巻き立てられた部材が抵抗するものとして設計することも可能である。</p> <p>なお、巻立てコンクリートの自重はかなりの重量となり、基礎構造への影響も無視できない場合もあり得るので注意が必要である。</p>
	<p>構造細目</p> <p>新旧コンクリートの打継目にアンカーを設ける場合は、アンカー間隔を30cm～40cm、定着長はアンカー径の15倍程度とするのが一般的である。</p> <p>巻立て厚さは、鉄筋を配置する場合には十分なかぶりを確保できるようにするのが望ましい。</p>
	<p>施工</p> <p>施工は、一般に次の手順で実施される。</p> <p>[足場の設置] → [現地調査] → [既設鉄筋などの位置の確認] → [コンクリート面のチッピング] → [アンカーボルトの設置] → [配筋] → [型枠の設置] → [コンクリート打込み] → [養生] → [脱型] → [足場の撤去]</p> <p>アンカーボルト孔を穿孔するときは、既設の鉄筋などに損傷を与えないことが重要である。</p>
その他の留意点	

補強工法の名称	コー⑩ 巻立て工法
概要図	<p style="text-align: center;">橋脚の例</p> 
参 考 文 献	<p>1)既存鉄筋コンクリート構造物の耐震補強ハンドブック、日本コンクリート工学協会、1984年10月</p> <p>2)道路橋補修便覧、日本道路協会、1979年2月</p> <p>3)コンクリート標準示方書「維持管理編」、土木学会、2001年1月</p> <p>4)既設道路橋の耐震補強に関する参考資料、日本道路協会、1997年8月</p>

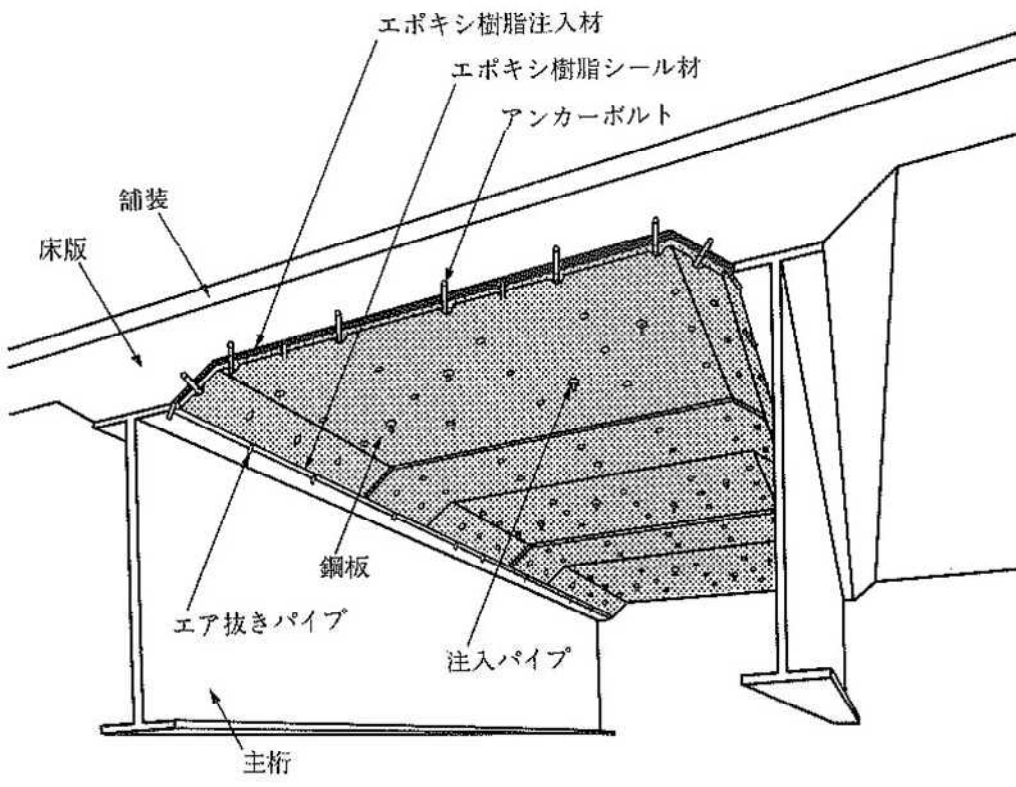
補強工法の名称	コー⑪ 縦桁増設工法	
概要と特徴	<p>縦桁増設工法とは、橋梁床版などのスラブに用いるもので、床版を支持する既設の主桁間に新たに縦桁を増設して床版を支持させ、床版支間を短縮して作用曲げモーメントを減少させる方法である。</p> <p>橋梁の床版に適用する場合、既設の支持桁の剛性に比べて増設した縦桁の剛性が著しく小さいと、補強効果はほとんどなくなるので、既設桁との相関関係においてできるだけ剛性の大きい縦桁を用いるのが効果的である。また、増設する縦桁の支点間距離を小さくするために、対傾構を充腹横桁に変更したり、既設横桁の剛性を大きくすることも多い。</p> <p>橋梁床版を下面から補強する工法であり、交通を阻害することなく施工できる利点がある。また、床版下面の一部を覆うだけなので、コンクリートの劣化進行を直接追跡調査できる利点もある。</p>	
適用部材など	橋梁床版などの曲げ補強。	
補強計画上の留意点	使用材料	<p>通常の鋼材。</p> <p>これ以外に、既設部材と支持部材との接合面の充填材として、エポキシ樹脂などが使用される。</p>
	設計	断面力の算定は、補強前と補強後の構造系に応じて、荷重を作用させて算出しなければならない。補強後の構造系では、支持部材のバネの影響を考慮する必要がある。
	構造細目	<p>既設部材と新たに増設した支持部材との接合面は、エポキシ樹脂などを用いて、ズレのないようにしなければならない。</p> <p>その他の構造細目は、既設部材の設計に用いた規準類に従う必要がある。</p>
	施工	<p>施工は、一般に次の手順で実施される。</p> <p>[足場の設置] → [現地調査] → [縦桁取付位置のマーキング、ボルト孔の穿孔] → [床版不陸、損傷などの位置の確認] → [縦桁の製作] → [コンクリート面の下地処理] → [縦桁の取付け] → [シール材の施工] → [樹脂の注入] → [養生] → [仕上げ] → [塗装] → [足場の撤去]</p> <p>縦桁の製作は、現地調査に基づいて正確に行う必要がある。</p>
その他の留意点		

補強工法の名称	コー⑪ 縦桁増設工法
概 要 図	
<p style="text-align: center;">橋梁床版の例</p> <p>床版と増設縦桁の上フランジとの間隙を平均5mm程度確保(スペーサ打込み)しながら、既設または増設横桁にボルトで取り付け固定する。</p> <p>固定された増設縦桁の周囲などをエポキシ樹脂シール材でシール・硬化後、注入パイプからエポキシ樹脂充填材を注入し、エア抜きパイプから流出した時点で注入完了とし、接着一体化する。</p>	
参 考 文 献	<ol style="list-style-type: none"> 1)道路橋補修便覧、日本道路協会、1979年2月 2)小牧 敏・太田 実:コンクリート構造物の維持・補修・取壊し、技報堂出版、1983年11月 3)道路橋示方書「鋼橋編」、日本道路協会、1996年12月 4)道路橋床版の新技术と性能照査型設計、土木学会、2000年10月

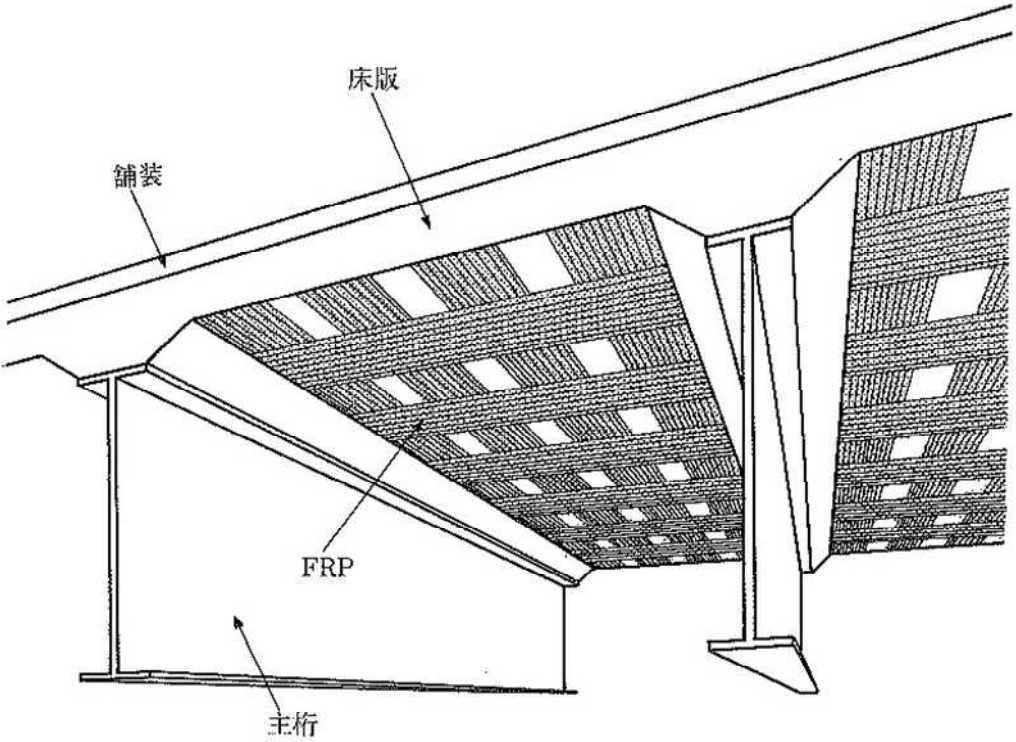
補強工法の名称	コー⑫ 支持工法
概要と特徴	<p>支持工法とは、既設コンクリート部材の中間部を新たに増設した部材で支持し、既設部材の支間を短縮することによって、耐荷力を回復もしくは向上させる工法である。</p> <p>はりやスラブの支持点間に新たに支柱を設置したり、方杖支柱を両支点に設置して、支間を短縮する。また、新たな支柱を設置できない場合には、はりの両側に鋼製はりを設置して既設コンクリート部材を支持し、作用断面力を減少させる方法もある。</p> <p>はりやスラブの下方に支柱を設置するための空間が必要であり、設計、施工上の制約も多い。</p>
適用部材など	主として、はりやスラブの曲げおよびせん断補強。
補強計画上の留意点	<p>使用材料</p> <p>通常のコンクリートと鋼材。</p> <p>これら以外に、既設部材と支持部材との接合面の充填材として、無収縮モルタルやエポキシ樹脂などが使用される。</p>
	<p>設計</p> <p>断面力の算定は、補強前と補強後の構造系に応じて、荷重を作用させて算出しなければならない。補強後の構造系では、支持部材のバネの影響を考慮する必要がある場合もある。また、ジャッキアップなどによる反力調整を行うことにより、死荷重の一部を増設した支持点に負担させることもできる。</p> <p>支持点を増設するため、反力に変動が生じるので、柱など既設支持部材の照査が必要となる。</p>
	<p>構造細目</p> <p>既設部材と新たに増設した支持部材との接合面は、無収縮モルタルやエポキシ樹脂などを用いて、ズレないようにしなければならない。</p> <p>その他の構造細目は、既設部材の設計に用いた規準類に従う必要がある。</p>
	<p>施工</p> <p>本工法は、本節で紹介されている工法を組み合わせたものである。施工についてはそれぞれの工法を参照されたい。</p>
その他の留意点	

補強工法の名称	コー⑫ 支持工法
概 要 図	
<p style="text-align: center;">橋梁の例</p> <p style="text-align: center;">(a) 主桁支間中間支持工法</p> <p style="text-align: center;">(b) 下部工拡幅支持工法</p> <p>新たに橋脚を2基設置することによって、1径間の単純桁から3径間連続桁となり、支間の短縮が可能となった。</p>	
参 考 文 献	1)道路橋補修便覧、日本道路協会、1979年2月 2)小牧 敏・太田 実:コンクリート構造物の維持・補修・取壊し、技報堂出版、1983年11月

補強工法の名称	コー⑬ 鋼板接着工法	
概要と特徴	<p>鋼板接着工法は、既設コンクリート部材の下面もしくは側面に、エポキシ樹脂などを用いて鋼板を接着させる補強工法で、コンクリート部材に接着した鋼板が、既設部材に対して鉄筋量を増加させたのと同様の効果を期待できる。</p> <p>主としてはりやスラブの曲げに対する補強方法であるが、せん断補強にも使用でき、施工が簡単であるため、広く用いられている。また、橋梁床版を下面から補強することが多く、交通を阻害することなく施工できる利点がある。</p> <p>しかしながら、既設コンクリート表面の劣化が著しく、品質が低下している場合には、別途検討が必要となる。また、補強後には、コンクリート表面のひび割れなどのコンクリートの劣化進行を直接追跡調査できないなどの問題点もある。</p>	
適用部材など	<p>主として、はりやスラブの曲げ補強。</p> <p>はりのせん断補強や、柱や壁の補強にも適用できる。</p>	
補強計画上の留意点	使用材料	<p>鋼板の材質は、SS400の事例が多い。鋼材の許容応力度は、橋梁床版など疲労の影響が大きいと考えられる場合には、$80\text{N}/\text{mm}^2$程度とすることが多い。</p> <p>鋼板とコンクリートの接着には、エポキシ樹脂を用いるのが一般的である。</p>
	設計	<p>曲げに対しては、補強鋼板と既設コンクリート部材が一体として作用するので、鉄筋量を増加させた場合と同様の効果を期待することができ、コンクリートの引張を無視した鉄筋コンクリート部材として設計検討を行う。この場合、鋼板とコンクリートの弾性係数比は15とすることができる。</p> <p>せん断に対しては、はりの側面に接着した鋼板をスターラップに換算して、計算するのが一般的である。</p>
	構造細目	<p>コンクリートと鋼板の間に注入する樹脂の厚さは、コンクリート表面の不陸などを考慮して5mm程度としている例が多い。</p> <p>鋼板は、アンカーボルトを用いてコンクリートに固定するが、アンカーボルトの径は、鋼板の厚さに合わせてM10もしくはM12が使用され、その配置間隔は500mm以下とすることが多い。</p> <p>補強鋼板の継手には、現場溶接と添接板があるが、それぞれ補強対象とする部材の特性と施工条件に合わせて選定するのがよい。</p>
	施工	<p>施工は、一般に次の手順で実施される。</p> <p>[足場の設置] → [現地調査] → [鋼板の製作] → [コンクリート面の下地処理] → [アンカーボルトの設置] → [鋼板の取付け] → [シール材の施工] → [樹脂の注入] → [養生] → [仕上げ] → [表面塗装] → [足場の撤去]</p> <p>鋼板の製作は、現地調査に基づいて正確に行う必要がある。また、アンカーボルト孔を削孔するときは、既設の鉄筋などに損傷を与えないことが重要である。</p>
その他の留意点	<p>塩害などの劣化が生じやすい腐食環境下においては、鋼板が腐食しその効果を発揮できない場合があるので、重防食塗装を行うなどの対応が必要である。</p>	

補強工法の名称	コー⑬ 鋼板接着工法
概 要 図	
<p style="text-align: center;">橋梁床版の例</p> 	
<p>床版と鋼板との間隙を5mm程度確保(スペーサ挿入)しながら、アンカーボルトで鋼板を取り付け固定する。</p> <p>固定された鋼板の周囲などをエポキシ樹脂シール材でシール・硬化後、注入パイプからエポキシ樹脂注入材を注入し、エア抜きパイプから流出した時点で注入完了とし、接着・一体化する。</p>	
参 考 文 献	<ol style="list-style-type: none"> 1)道路橋補修便覧、日本道路協会、1979年2月 2)小牧 敏・太田 実:コンクリート構造物の維持・補修・取壊し、技報堂出版、1983年11月 3)コンクリート標準示方書「維持管理編」、土木学会、2001年1月 4)道路橋床版の新技术と性能照査型設計、土木学会、2000年10月 5)コンクリート構造物の補強指針(案)、土木学会、1999年9月

補強工法の名称	コー⑭ 繊維シート接着工法
概要と特徴	<p>既設コンクリート部材の下面や側面に、炭素繊維、アラミド繊維およびガラス繊維等の補強繊維を高分子材料を用いて接着させる補強工法で、部材に鉄筋を追加したのと同様な補強効果を期待できる。主として、部材の曲げ補強に用いられるが、せん断補強にも適用可能である。また、コンクリート表面の劣化が進んで品質が低下している場合は適用は困難である。</p> <p>床版に適用する場合は、橋面防水の設置が必要である。</p> <p>アルカリ骨材反応に適用する場合は、耐荷力向上と部材の膨張拘束および劣化因子侵入抑制を目的に実施される。</p> <p>塩害に適用する場合は、耐荷力向上と劣化因子侵入抑制を目的に行われる。</p>
適用部材など	<p>主として、はりや床版の曲げ補強。</p> <p>はりのせん断補強や柱、壁の補修補強にも適用される。</p>
補強計画上の留意点	<p>使用材料</p> <p>繊維シート接着工法には、成形板を用いる場合と現場成形する場合があるが、現場成形によるケースが多い。繊維を一方向に配列した布状またはシート状のものを一般に使用している。</p> <p>繊維の種類は、炭素繊維、アラミド繊維、ガラス繊維等がある。</p> <p>繊維の接着は、一般にエポキシ樹脂系のプライマーと含浸接着剤により接着する。</p>
	<p>設計</p> <p>補強繊維には方向性があるので、応力の作用方向と一致するように貼り付ける。曲げ補強では引張鉄筋、せん断補強ではスターラップ、帯鉄筋に対する不足量を鉄筋量に換算して補う。</p> <p>断面設計は通常のRC断面として設計する。</p> <p>劣化因子の侵入抑制対策では部材全面を覆うように接着させる。</p>
	<p>構造細目</p> <p>現状における補強繊維の継手長は、以下の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・床版、トンネル 10cm以上 ・はり 20cm以上
	<p>施工</p> <p>施工は、下記の手順で実施される。</p> <p>[足場の設置] → [現地調査] → [コンクリート面の下地処理] → [プライマー塗布] → [繊維シートの接着] → [養生] → [仕上げ] → [足場の撤去]</p>
その他の留意点	<p>躯体との接着強度は$1.5\text{N}/\text{mm}^2$以上確保できること。</p> <p>気温5°C以下、雨天等湿度85%以上、コンクリート素地面の含水率10%以上での施工はしてはならない。</p>

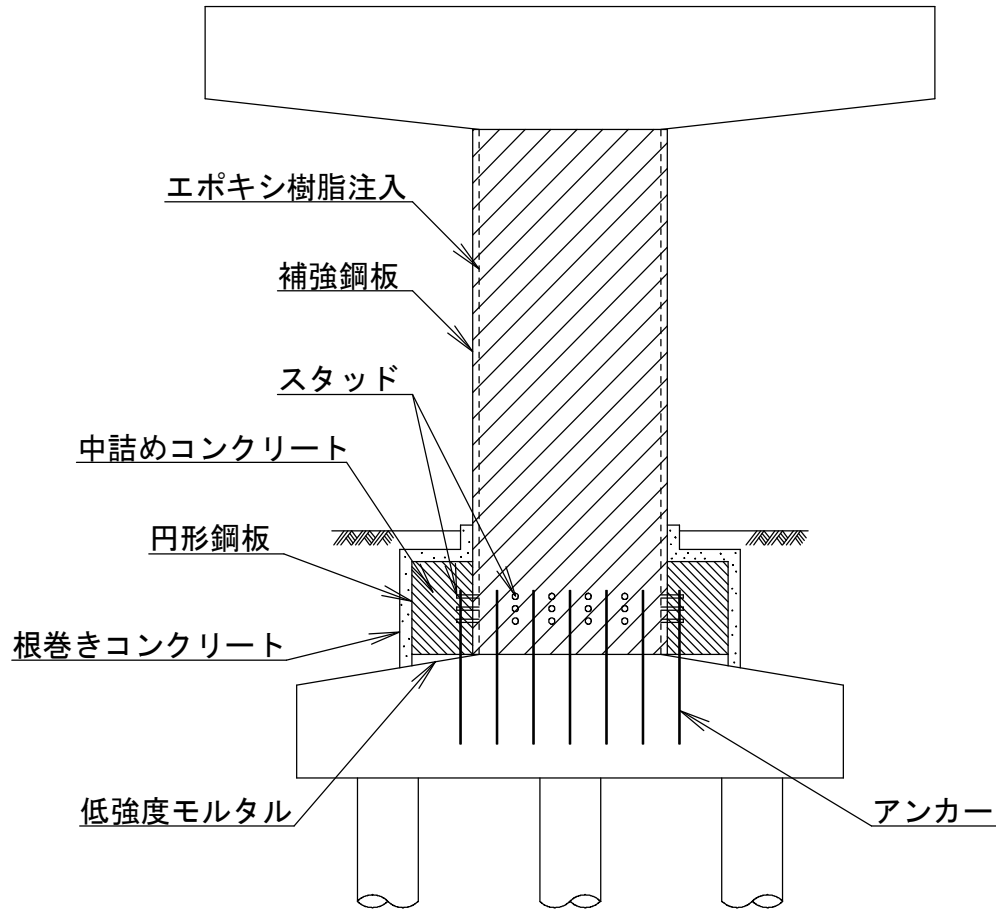
補強工法の名称	コー⑭ 繊維シート接着工法
概要図	
参考文献	<p>1)道路橋補修便覧、日本道路協会、1979年2月</p> <p>2)コンクリート標準示方書「維持管理編」、土木学会、2001年1月</p> <p>3)道路橋床版の新技术と性能照査型設計、土木学会、2000年10月</p> <p>4)コンクリート構造物の補強指針(案)、土木学会、1999年9月</p> <p>5)コンクリート部材の補修・補強に関する共同研究報告書(Ⅲ)、建設省土木研究所、1999年12月</p>

補強工法の名称	コー⑮ 鋼板巻立て工法
概要と特徴	<p>鋼板巻立て工法とは、既設コンクリート部材の周囲に鋼板を巻き立て、無収縮モルタルやエポキシ樹脂などを用いて既設部材と一体化させ、耐荷力の回復もしくは増加を図る補強工法である。コンクリート部材と一体化した鋼板が、既設部材に対して鉄筋量を増加させたのと同様の効果が期待できる。</p> <p>既設コンクリート表面の劣化が著しく、品質が低下している場合には、別途検討が必要となる。また、補強後には、コンクリート表面のひび割れなどのコンクリートの劣化進行を直接追跡調査できないなどの問題点もある。</p>
適用部材など	主として、柱や壁の曲げおよびせん断補強、橋脚などの補強、特に段落とし部の補強に多く採用される。
補強計画上の留意点	<p>使用材料</p> <p>鋼板の材質は、SM400の事例が多い。また、鋼板固定用のアンカーボルトには皿ボルトを使用し、鋼板外部の表面を平滑にすることが多い。</p> <p>鋼板とコンクリート間の充填材には、無収縮モルタルやエポキシ樹脂を用いるのが一般的である。</p>
	<p>設計</p> <p>曲げに対しては、補強鋼板と既設コンクリート部材が一体として作用するので、鉄筋量を増加させた場合と同様の効果を期待することができ、コンクリートの引張を無視した鉄筋コンクリート部材として設計検討を行う。この場合、鋼板とコンクリートの弾性係数比は15とすることができる。</p> <p>せん断に対しては、既設部材の側面に接着した鋼板を帯び鉄筋に換算して計算するのが一般的である。</p>
	<p>構造細目</p> <p>コンクリートと鋼板間の隙間は、無収縮モルタルで30mm、エポキシ樹脂で5mm程度を標準としている例が多い。</p> <p>鋼板は、アンカーボルトを用いてコンクリートに固定するが、アンカーボルトの径は、鋼板の厚さに合わせてM12またはM16が使用され、その配置間隔は500mm以下とすることが多い。</p> <p>補強鋼板の継手には、現場溶接と添接板があるが、それぞれ補強対象とする部材の特性と施工条件に合わせて選定するのがよい。</p>
	<p>施工</p> <p>施工は、一般に次の手順で実施される。</p> <p>[足場の設置] → [現地調査] → [鋼板の製作] → [コンクリート面の下地処理] → [フーチングアンカーの穿孔] → [鋼板の取付け] → [アンカーボルトの設置] → [シール材の施工] → [樹脂の注入] → [養生] → [仕上げ] → [表面塗装] → [足場の撤去]</p> <p>鋼板の製作は、現地調査に基づいて正確に行う必要がある。また、アンカーボルト孔を穿孔するときは、既設の鋼材などに損傷を与えないことが重要である。</p>
その他の留意点	塩害などの劣化が生じやすい腐食環境下においては、鋼板が腐食しその効果を発揮できない場合があるので、重防食塗装を行うなどの対応が必要である。

補強工法の名称 コー⑮ 鋼板巻立て工法

概 要 図

橋脚の例



基本的には、⑦鋼板接着工法と同様である。

一回の注入高さは、鋼板の変形などを考慮して3m程度とする。

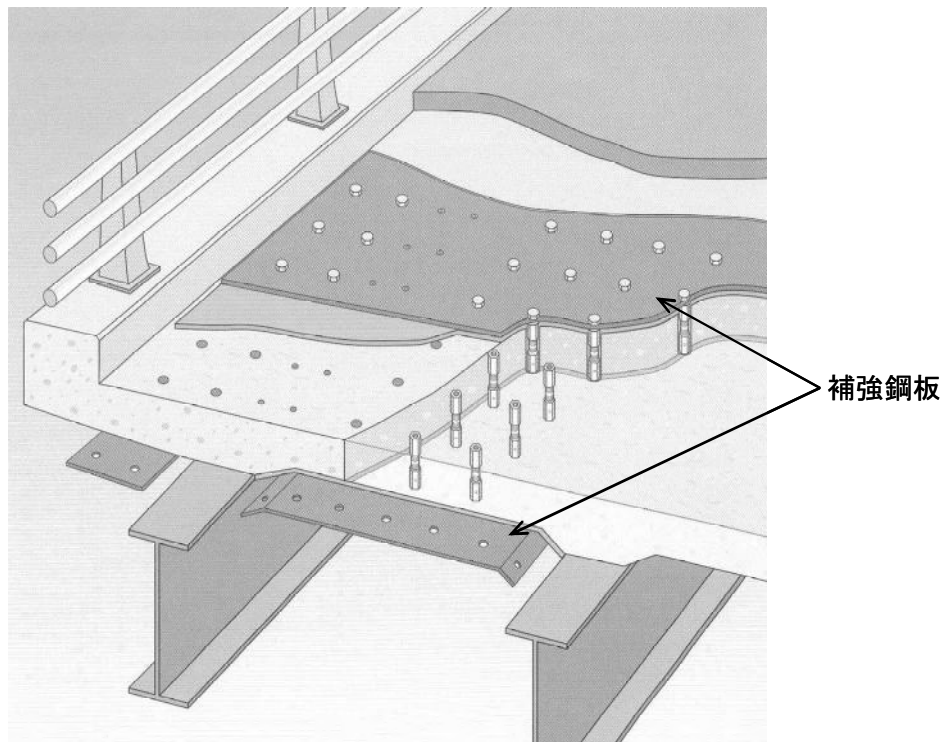
参 考 文 献

- 1)道路構造物の補修要領 第2部 コンクリート構造物、阪神高速道路公団、1990年6月
- 2)コンクリート構造物の補強指針(案)、土木学会、1999年9月
- 3)既設道路橋の耐震補強に関する参考資料、日本道路協会、1997年8月

補強工法の名称	コー⑩ サンドイッチ工法
概要と特徴	<p>本工法は、既設コンクリート版部材の上面・下面に補強鋼板を配置して、コンクリート内に通した特殊高力ボルトにより締込み、鋼板とコンクリートを一体化して補強する工法である。</p> <p>劣化損傷が進んで耐力不足が懸念されて、既往の補強工法では対応が困難な部材の補強に広く用いることができる。</p> <p>補強後のコンクリートは、鋼板と特殊高力ボルトによる拘束効果により、部材のじん性と耐力の向上が期待でき、床版においては押し抜きせん断破壊の恐れがない。また、鋼板接着済みの部材に対して、当該する既存鋼板と新規上面鋼板をサンドイッチすることで、再補強することができる。</p> <p>なお、鋼板とコンクリート間に無収縮グラウトを注入するため、床版等の補強では即日交通解放が困難である。また、鋼板上の舗装材については、耐久性を確保するための十分な検討が必要である。</p>
適用部材など	主として、鋼橋やコンクリート橋の床版、及びボックスカルバート等の版部材に対する曲げ補強。
補強計画上の留意点	<p>使用材料</p> <p>鋼板の材質は、SS400の事例が多い。</p> <p>鋼板固定用のボルトは、特殊高力ボルト(通しボルト)、及び皿ボルト付き特殊メネジコンクリートアンカーを使用する。</p> <p>充填材は無収縮グラウトを用いるのが一般的である。</p>
	<p>設計</p> <p>補強鋼板とコンクリートの合成断面としての効果が期待でき、通常の鉄筋コンクリート部材として検討する。ただし、補強後に作用する荷重に対しては、補強鋼板と既存部材が分担して受け持つものとする。</p> <p>鋼板とコンクリートとの弾性係数比は15とする。</p>
	<p>構造細目</p> <p>コンクリートと鋼板の間に注入する無収縮グラウトの厚さは10mm、ボルトはM22(F10T)を使用し、その配置間隔は300mmを標準とする。</p> <p>鋼板の継手は添接板、又は現場溶接による連結とする。</p>
	<p>施工</p> <p>施工は、一般に次の手順で実施される。</p> <p>[足場の設置] → [現地計測調査] → [鋼板製作] → [舗装撤去] → [ボルト孔穿孔] → [コンクリート面下地処理] → [上下面鋼板取付け] → [ボルト締付け] → [鋼板廻りシール] → [無収縮グラウト注入] → [養生] → [橋面防水・舗装工] → [塗装] → [足場の撤去]</p>
その他の留意点	<p>下面鋼板は、人力による取付けとなるため、一枚当たりの重量は100kgf/枚程度以下となるよう分割するのがよい。</p> <p>無収縮グラウト中の水が既存コンクリートに吸収されないよう、その表面に吸水防止材を塗布しておく。</p>

補強工法の名称 コー⑩ サンドイッチ工法

概 要 図



参 考 文 献

- 1)鋼構造物設計指針 PART B、土木学会、1997年9月
- 2)複合構造物設計・施工指針(案)、土木学会、2000年2月
- 3)既存橋梁床版の維持管理(その2)、橋梁と基礎、1999年2月
- 4)道路橋床版の輪荷重走行試験における疲労耐久性評価手法の開発に関する共同研究報告書(その4)、国土交通省土木研究所、2001年1月

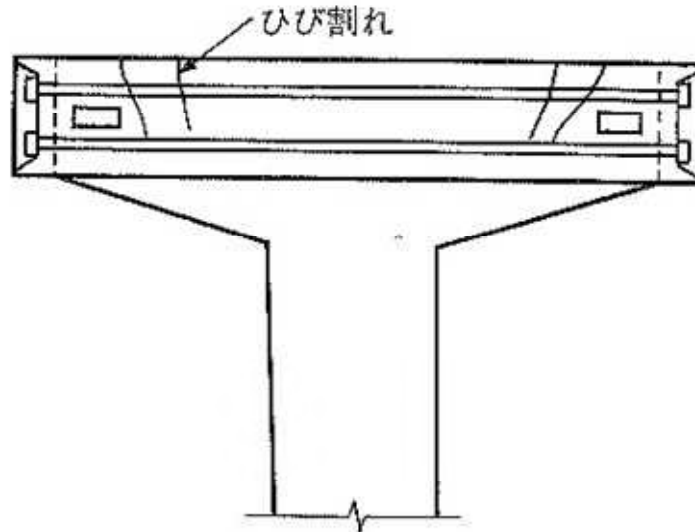
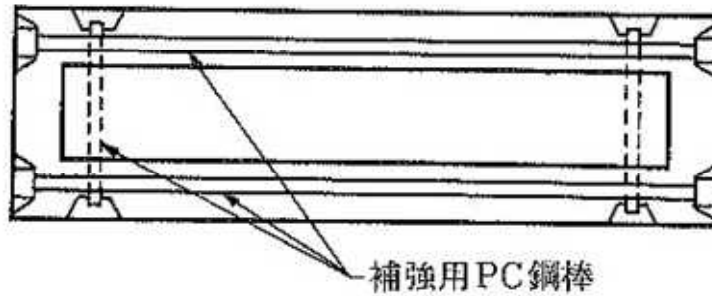
補強工法の名称	コー⑰ プレストレス導入工法	
概要と特徴	<p>プレストレス導入工法とは、緊張材を用いてコンクリート部分にプレストレスを導入させることによって、コンクリート部材の曲げおよびせん断耐力を回復もしくは向上させる補強工法で、コンクリート部材の剛性増加やひび割れを減少させることもできる。</p> <p>プレストレスの導入には、内ケーブル方式と外ケーブル方式がある。いずれも緊張材の配置計画では、既設部材の構造形式、補強する部材あるいは部位の強度、支持部材への影響、美観、施工性、経済性などを検討する必要がある。</p>	
適用部材など	はりやスラブなどの曲げおよびせん断補強。	
補強計画上の留意点	使用材料	<p>コンクリート、鉄筋、緊張材、定着具、接続具、シース、グラウトなどの材料は、通常のコンクリート構造物に使用する材料と同様のものである。</p> <p>コンクリート部材断面の外側に緊張材を配置する外ケーブル方式では、特に緊張材の防錆に留意して、材料の選定を行う必要がある。</p> <p>緊張材には、通常のPC鋼材以外にも、炭素繊維やアラミド繊維などの新素材の使用が研究されている。このような材料を使用する場合には、使用例の調査や試験によってその品質、特性、使用方法、施工性、経済性、維持管理性などを十分検討する必要がある。</p>
	設計	<p>既設のコンクリート部材にコンクリートを打ち足したり、緊張材の定着装置や偏向装置を設置する場合は、新たな増加荷重が既設部材に作用するので、この影響を考慮して断面力の算定を行う必要がある。</p> <p>既設部材に新たに打ち足したコンクリートは、既設部材と確実に一体化させなければならない。この場合は、一体化した断面を抵抗断面として、増加応力に対して設計することができる。ただし、この抵抗断面は増加荷重に対してのみ有効である。</p>
	構造細目	通常の鉄筋コンクリート構造、もしくはプレストレストコンクリート構造の構造細目に従う。
	施工	<p>プレストレスは特に重要な作業であり、その方法や順序いかんによっては、施工時に既設部材の応力が設計条件と大きく異なり、ときには危険な状態を生じることもあるので、設計図書に示された条件を十分に検討し、その詳細を施工計画書に必ず記述しなければならない。</p> <p>また、既設部材の損傷の程度などが、設計時に想定した状態と異なる場合もあるので施工にあたっては既設部材の状況に応じた適切な処置が必要となる。</p>
その他の留意点		

補強工法の名称

コー⑰ プレストレス導入工法

概 要 図

橋脚の例



PC鋼材で緊張することにより、補強する。

参 考 文 献

- 1)道路橋補修便覧、日本道路協会、1979年2月
- 2)小牧 敏・太田 実:コンクリート構造物の維持・補修・取壊し、技報堂出版、1983年11月
- 3)コンクリート構造物の補強指針(案)、土木学会、1999年9月

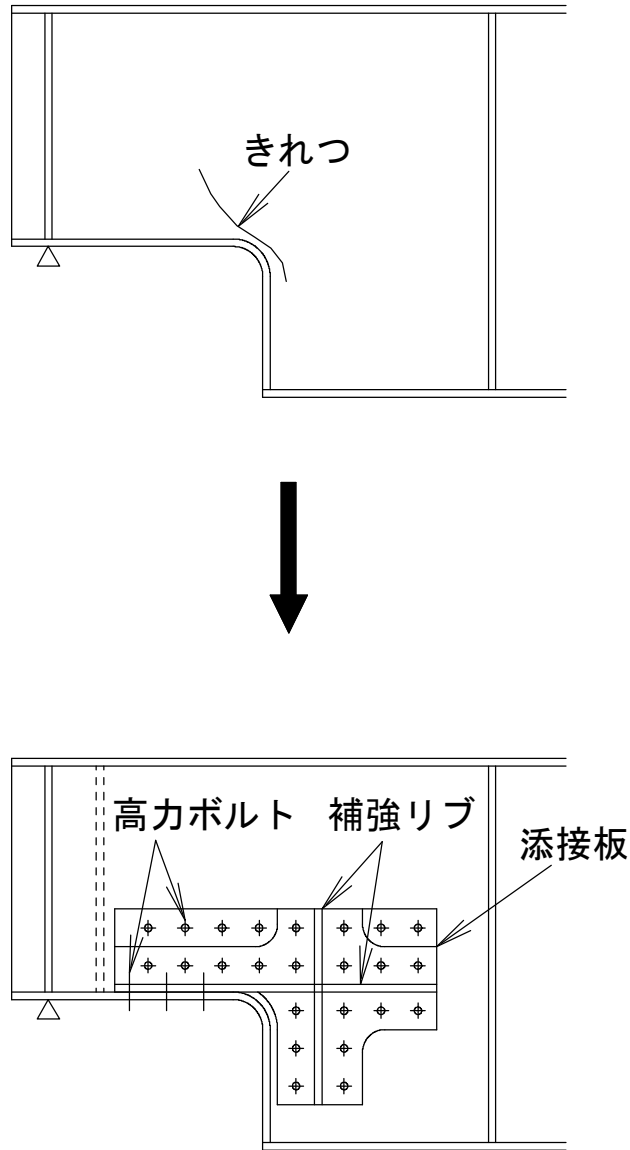
補修工法の名称	鋼-① 塗り替え工法	
概要と特徴	鋼桁における、塗装の劣化、われ、はがれ、はく離、さび等に対して採用される補修方法である。	
適用部材など	鋼部材。	
補修計画上の留意点	使用材料 (A)下塗り塗料 ①エポキシ樹脂プライマー ②鉛系さび止めペイント(1種・2種) ③有機ジンクリッチペイント ④変性エポキシ樹脂塗料下塗 ⑤無溶剤形タールエポキシ樹脂塗料 ⑥無溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 ⑦フェノール樹脂MIO塗料 (B)中・上塗り塗料 ⑧長油性フタル酸樹脂塗料中塗 ⑨ " 上塗 ⑩シリコンアルキド樹脂塗料上塗 ⑪塩化ゴム系塗料中塗 ⑫ " 上塗 ⑬ポリウレタン樹脂塗料用中塗 ⑭ " 上塗 ⑮ふっ素樹脂塗料用中塗 ⑯ " 上塗	
	設計	標準的な使用例は、以下の通りである。 ・田園、山間地帯 ②⑧⑨ ・市街地、工場地帯 ②⑦⑪⑫ ・海浜、海上地帯 ③⑥⑬⑭ ※○内数値は、使用材料に示す材料である。
	構造細目	
	施工	一般的に以下の手順で行われる。 [足場工・防護工の設置] → [清掃・水洗い] → [素地調整] → [塗装] → [足場工・防護工の解体]
その他の留意点		

補修工法の名称	鋼-① 塗り替え工法
概 要 図	
参 考 文 献	1)鋼道路橋塗装便覧、日本道路協会、1990年6月 2)デザインデータブック、日本橋梁建設協会、1997年3月 3)鋼橋における劣化現象と損傷の評価、土木学会、1996年10月

補修工法の名称	鋼② 添接板工法
概要と特徴	<p>断面欠損には、その部位、原因、損傷状態に応じて様々な補修法が採用されているが、ここでは最も一般的な主桁腹板の断面欠損・亀裂に対する補修工法について述べる。</p> <p>腐食による欠損や亀裂に対して、最も一般的で広く採用されている補修工法であり、損傷箇所に鋼板をあててボルトで締め付ける方法であり実績も多い。</p>
適用部材など	主桁(腹板)の支点部、切欠部、応力集中部等亀裂の発生する又は腐食を受ける鋼部材
補修計画上の留意点	使用材料 鋼板、HTB
	設計 <p>断面欠損は、曲げ耐力、せん断耐力、支圧耐力に影響を与える。</p> <p>孔あけによる断面欠損が生じるので、部材断面に応力上の余裕があるかどうかの検討が必要となる場合がある。</p> <p>構造特性への断面欠損の影響評価は、純残存面積、構造的挙動、構造物への载荷などによってなされる。部材断面積の減少は、部材の耐荷力を減少させる。</p> <p>耐荷力の減少量は、部材が引っ張り状態にあるか、圧縮状態にあるかで異なる。引っ張り耐力は、純残存面積に引っ張り強度を乗じれば計算できるが、圧縮耐力は、純面積、形状、部材の境界条件による。</p>
	構造細目 <p>当て板の板厚は、損傷を受けた腹板の板厚を考慮して決める。当て板の大きさは、損傷の大きさとHTBによる止め代を考慮して決める。</p> <p>亀裂に対しては、ストップホールの併用も考慮する。</p>
	施工 <p>施工中の断面力不足は、交通規制や、仮支持にて対応する。</p> <p>ボルト孔の施工にあたっては、安定した足場により慎重な施工を行う必要があり、特に縁端距離の確保に注意する。</p> <p>施工時にくい違いによる肌すきが生じる時、くい違い量が大きい場合は、部材と添接板の間にフィラーを入れてボルトを締め付けるなど、接合面の摩擦効果が発揮できるように対応する。</p> <p>溶接とHTB接合を併用する場合、溶接に対する拘束を小さくし、溶接に伴う変形により、すべり耐力を低下させないように、溶接後にボルト締めを行う。</p>
その他の留意点	

補修工法の名称 鋼-② 添接板工法

概 要 図



参 考 文 献

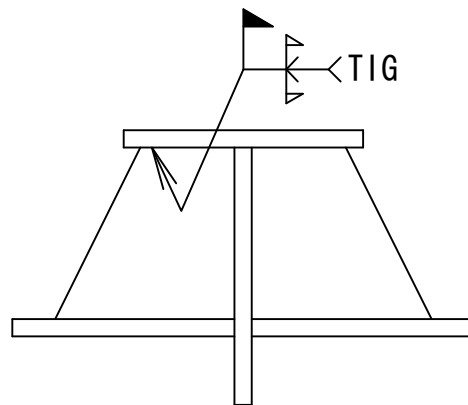
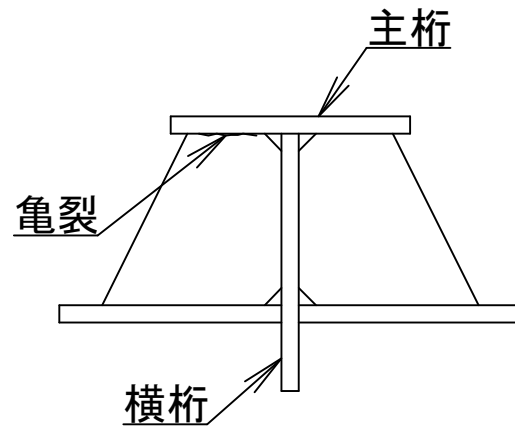
- 1)道路橋補修便覧、日本道路協会、1979年2月
- 2)鋼橋の疲労、日本道路協会、1997年5月
- 3)橋梁と基礎 「特集 補修・補強の新技术」、建設図書、1994年8月号

補修工法の名称	鋼-③ 溶接補修工法
概要と特徴	<p>溶接部等の亀裂損傷部を、グラインダー、ガウジングなどで除去し、再溶接することで損傷部を補修する方法である。</p> <p>損傷の原因が、溶接欠陥や工作傷など、溶接補修によりこれらの原因が除去できる場合にのみ有効な工法である。</p> <p>溶接の止端部にTIG処理を併用して、止端形状を改善し、溶接部の疲労耐力を向上させることも多い。</p>
適用部材など	主桁ウェブギャップ部等亀裂の発生する鋼部材。
補修計画上の留意点	使用材料 電気溶接棒(軟鋼用、ステンレス用、高張力鋼用)
	設計 亀裂損傷の多くは複数の原因で発生しており、また設計計算において照査されない局所的な応力、変形に起因しているものがほとんどであるため、ここでは特別なコメントはしない。
	構造細目
	施工 施工手順は、以下の通りとする。 ①(足場工・防護工) ②亀裂周辺の塗膜除去 ③磁粉探傷装置による亀裂状況の確認 ④亀裂の開先加工→溶接 ⑤溶接部の仕上げ(グラインダー仕上げ又はTIG処理) ⑥磁粉探査装置による溶接部の品質検査 ⑦素地調整 ⑧補修部の再塗装 ⑨(足場工・防護工の撤去)
その他の留意点	<p>溶接補修は、現場溶接となり気象条件の影響を大きく受け、作業スペース、溶接姿勢にも制限を受ける。</p> <p>したがって、予め施工試験を実施するなどして、十分な品質の確保が出来るような施工管理、施工方法を決定する必要がある。</p>

補修工法の名称

鋼③ 溶接補修工法

概 要 図



スカーラップ埋め戻し

参 考 文 献

- 1)道路橋補修便覧、日本道路協会、1979年2月
- 2)橋梁と基礎 「特集 補修・補強の新技术」、建設図書、1994年8月号
- 3)鋼橋の疲労、日本道路協会、1997年5月

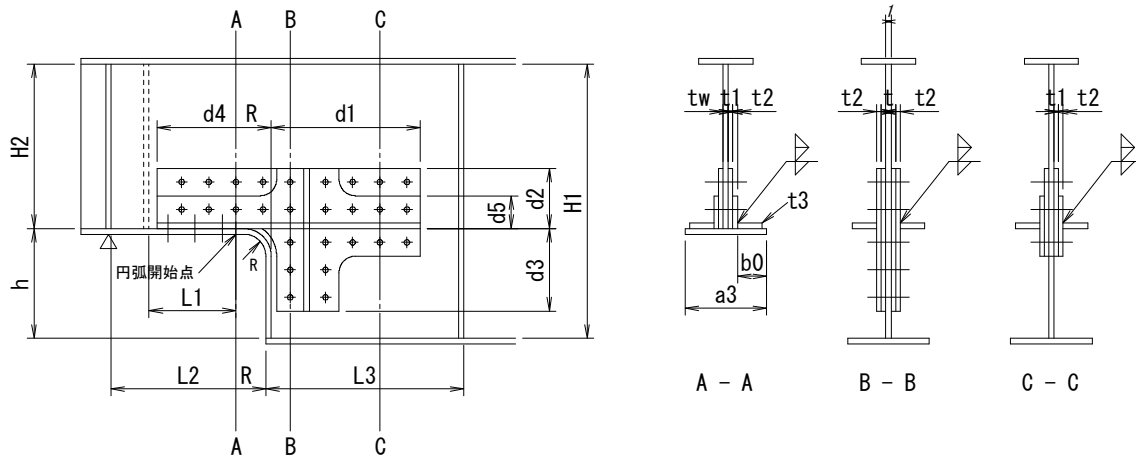
補修工法の名称	鋼-④ 矯正工法	
概要と特徴	一般に跨道橋で桁下空間の余裕が少ない時に载荷等の衝突によって生じる下フランジ付近の変形など、異常な外力で変形した部材に対して採用される補修方法であり、実績も多い。	
適用部材など	主桁フランジ・ウェブ等変形を受けた鋼部材。	
補修計画上の留意点	使用材料	
	設計	主桁が異常な外力によって変形を受ける場合は、その付近の床組、対傾構、横構なども被害を受けていることもある。また、主桁以外の部材を取り除かないと主桁の修復が行えない場合もある。 これらのように主桁の補修に当たっては対傾構等を取り除く場合には、通常の応力計算では扱わないような立体的な荷重分配が行われていることを考慮して、その橋梁の構造系の中で個々の部材がどのような働きをしているか検討した上で一時撤去するか、代替部材を取り付けてから除去するかを決める。
	構造細目	
	施工	最も一般的な、右図の補修例について記す。 ①(作業足場工・防護工) ②変形矯正機器設置 ジャッキ・受け梁・添え梁・支材等 ③矯正工 ジャッキによる矯正、ガスバーナによる加熱補助 ハンマーによる叩き矯正、ガスバーナによる加熱補助 ④変形矯正機器撤去 ⑤素地調整 ⑥塗装工 ⑦(作業足場工・防護工撤去)
その他の留意点	フランジの加熱を行う場合は必要に応じて、支保工の使用を検討し、桁の応力を極力小さくし、安定した状態で施工する。	

補修工法の名称	鋼④ 矯正工法
概 要 図	
<p style="text-align: center;">主桁フランジの変形の補修例</p>	
参 考 文 献	1)道路橋補修便覧、日本道路協会、1979年2月 2)橋梁と基礎 「特集 補修・補強の新技术」、建設図書、1994年8月号

補強工法の名称	鋼-⑤ 添接板補強工法
概要と特徴	<p>部材の腐食の進展防止、応力集中による亀裂の進展防止に用いる。主桁ウェブ等の亀裂の補修には非常に効果があるため、補修工法としても実績も多い。</p> <p>補強の場合は、強度・剛性の不足部材に対し添接材を添え旧部材に高力ボルト接合を行う。これにより抵抗断面積、剛性を増加させ、損傷部位での発生応力、変形を低減させるものである。</p>
適用部材など	主桁切欠き部(端支点、ゲルバー桁ヒンジ部)、亀裂(疲労亀裂)部材。
補強計画上の留意点	<p>使用材料</p> <p>鋼板(添接板)と高力ボルト。接着剤を併用する場合もある。</p> <p>亀裂を補修溶接する場合は溶接材料も必要である。</p>
	<p>設計</p> <p>作用荷重や部材の損傷・変形状況を考慮し、①作業中の構造物の安全性、②作業後の継手および部材性能、について検討する。</p> <p>補強板各部断面の設計計算が必要になる。</p>
	<p>構造細目</p> <p>高力ボルトは、S10T、M22を標準とする。</p>
	<p>施工</p> <p>支点部の主桁切欠き部の施工の場合は仮受けが必要になる。(ジャッキアップ補強、仮受台設置)</p> <p>亀裂がある場合は、補修溶接を行う必要がある。</p> <p>一般的な施工順序</p> <p>足場架設→孔明→添接面の処理→ボルト締め→検査→塗装→足場撤去</p>
その他の留意点	

補強工法の名称 鋼⑤ 添接板補強工法

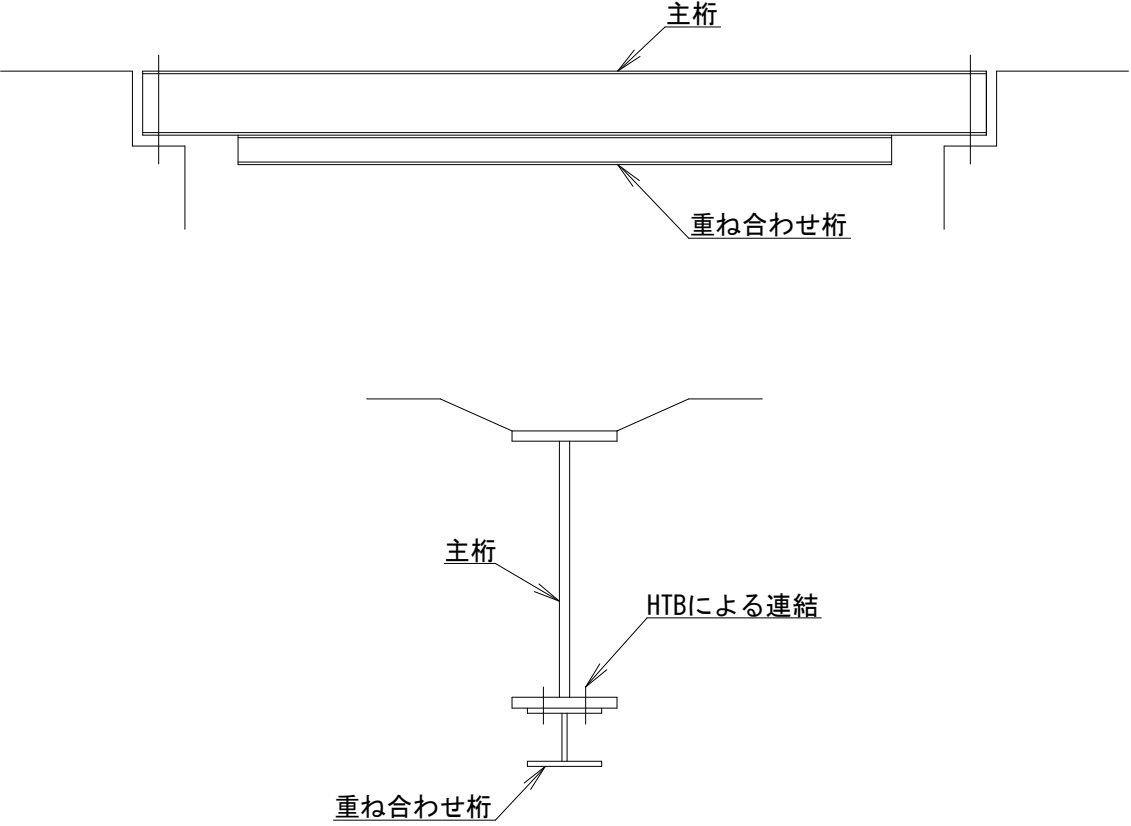
概 要 図



参 考 文 献

- 1)補修・補強における接合方法、橋梁と基礎、1994年8月
- 2)鋼構造物の補修・補強の概要、橋梁と基礎、1994年8月
- 3)道路構造物の補修要領 第1部鋼構造物、阪神高速道路公団、1990年2月
- 4)鋼鈹桁の桁端切欠き部補強設計手引き(案)、道路保全技術センター、1996年3月

補強工法の名称	鋼⑥ 重ね部材工法
概要と特徴	<p>既設主桁と新設主桁を重ね合わせ、主桁の耐荷力を増大させる。これにより異常なたわみを防止したり、作用力を低減する等の効果が期待できる。</p> <p>床組の補強での施工事例がある。</p>
適用部材など	主桁。縦桁。
補強計画上の留意点	使用材料 高力ボルト。鋼材。
	設計 新旧両梁を重ね梁として設計する。 桁下空間に余裕がある場合に限られる。 ボルト止めによる断面欠損を考慮する。
	構造細目
	施工 交通規制:有り。 難易度:検討を要す。(やや難しい) 工期:長期。
その他の留意点	桁下空間を占有する。

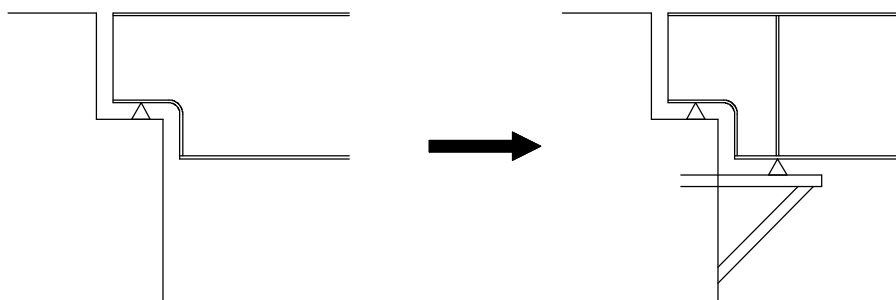
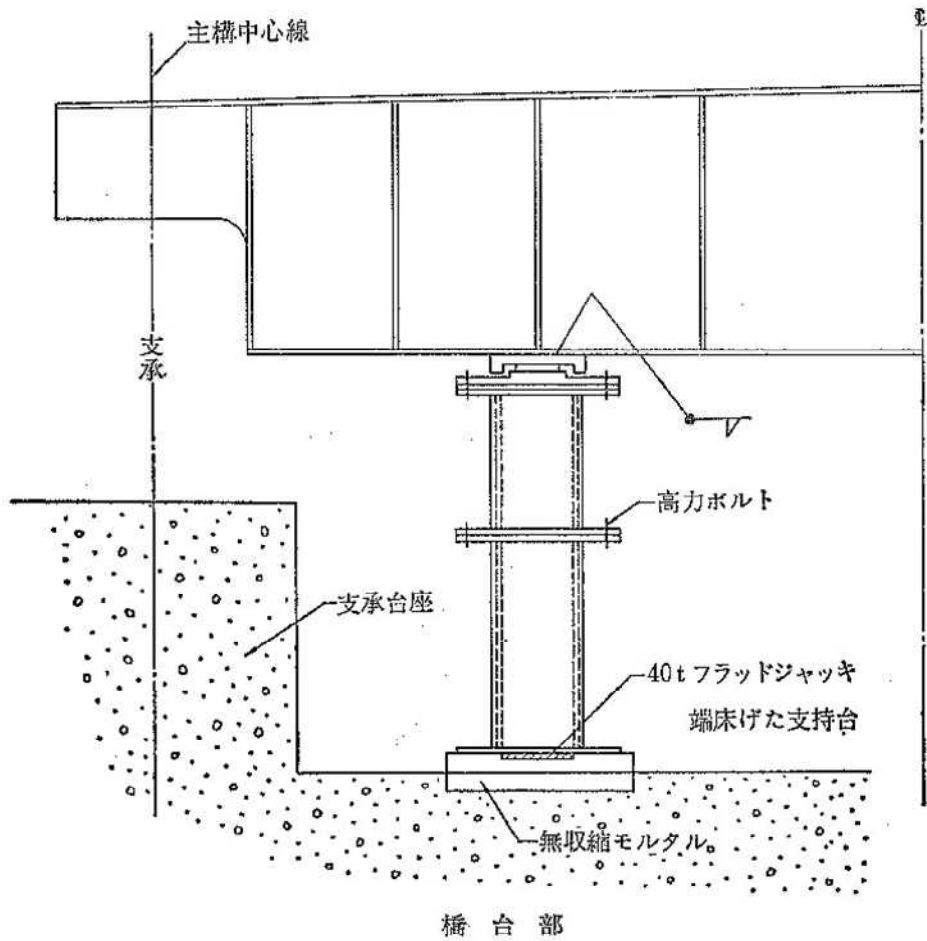
補強工法の名称	鋼⑥ 重ね部材工法
概 要 図	
	
参 考 文 献	1)補修・補強の新技术、橋梁と基礎、1994年8月 2)道路橋補修便覧、日本道路協会、1979年2月

補強工法の名称	鋼-⑦ 支持工法	
概要と特徴	応力集中による亀裂の進展防止、耐荷力の増大、作用力の低減等を目的として、新たに支点を増設するものである。これにより、支点反力が低減し、支点近傍の応力を緩和させることができる。	
適用部材など	支点部の切欠き部。	
補強計画上の留意点	使用材料	鋼材。溶接材料。高力ボルト。
	設計	切欠き部に生じる応力集中を低減させ、亀裂の発生を防止するのが目的であるので、施工前後の支点近傍の応力状態を把握する必要がある。
	構造細目	新しい支点上の補剛材の設計が必要である。 張出し部の応力検討が必要である。 (2点で支持する場合は、分担割合について要検討のこと)
	施工	交通規制:有り。 難易度:検討を要す。(やや難しい) 工期:比較的長期。
その他の留意点	桁下空間を占有するため、桁下の建築限界に留意する。	

補強工法の名称 鋼⑦ 支持工法

概要図

トラス橋の床組(端床桁)に支持台を設けた例



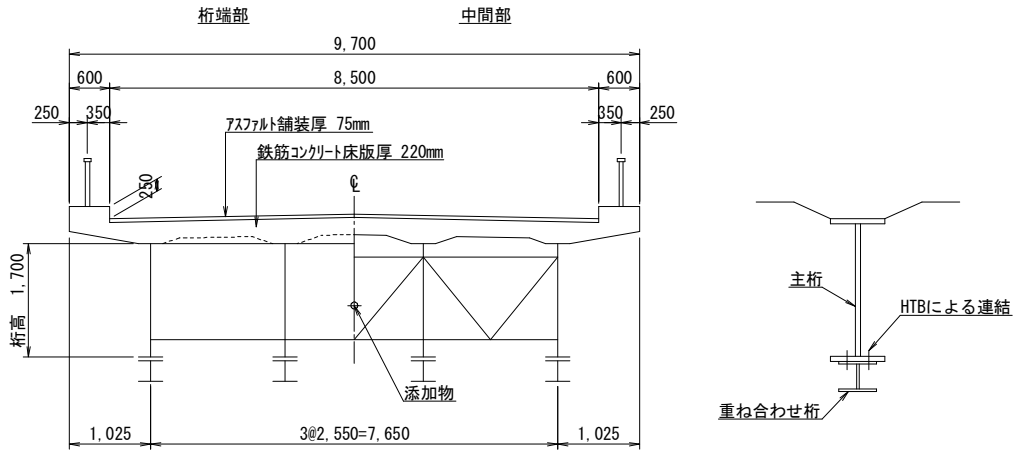
参考文献

- 1)補修・補強の新技术、橋梁と基礎、1994年8月
- 2)道路橋補修便覧、日本道路協会、1979年2月

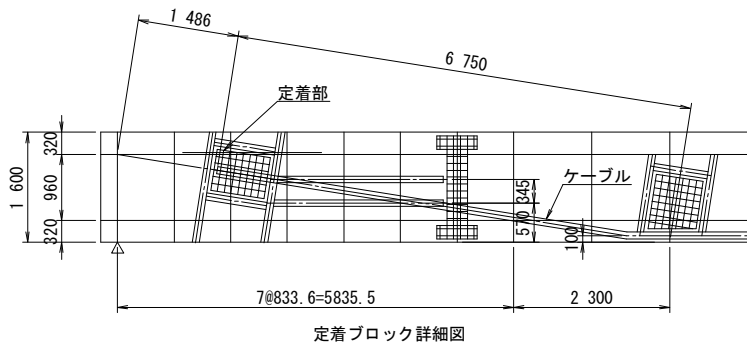
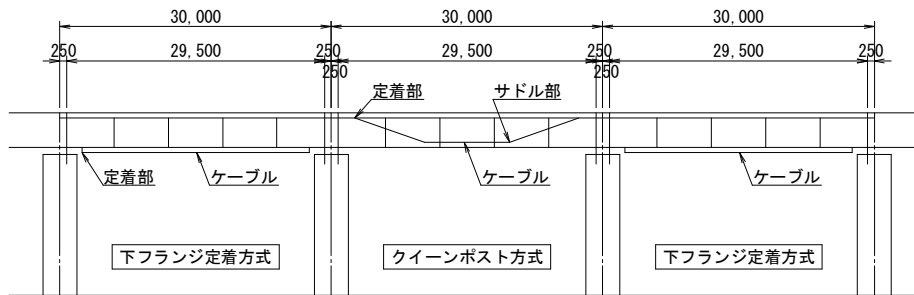
補強工法の名称	鋼-⑧ 補強材工法	
概要と特徴	耐荷力を増大させるため、あるいは発生応力を低減させるために、既存の部材に新しい部材を追加して断面を増大させる工法である。 橋の一般的な補強工法の一つであり、実績も多い。	
適用部材など	主桁、縦桁、横桁等。	
補強計画上の留意点	使用材料	溶接材料。高力ボルト。鋼材。
	設計	補強材は、活荷重に対して抵抗させるのが一般的である。 高力ボルトを使用する場合は、ボルト孔による断面欠損を考慮しなければならない。 施工時、およびその後の応力伝達機構の検討が必要になる。
	構造細目	適用例 1) 鈹桁橋主桁の応力超過のため、下フランジ断面に補強材を高力ボルトにより接合する。 2) トラス橋床版の耐久性向上のため、縦桁の下フランジにH形鋼をボルト添接し、床組の剛度を増加させる。
	施工	局所的な残留応力やひずみが生じないように注意を要する。 溶接接合で補強材を取り付ける場合は、部材の変形が発生するのでその対策が必要である。また、溶接技量により耐久性が大きく変わる。
その他の留意点		

補強工法の名称 鋼⑧ 補強材工法

概 要 図



(a) 重ね合わせ部材による桁の補強例



(b) 外ケーブルによる桁の補強例

参 考 文 献

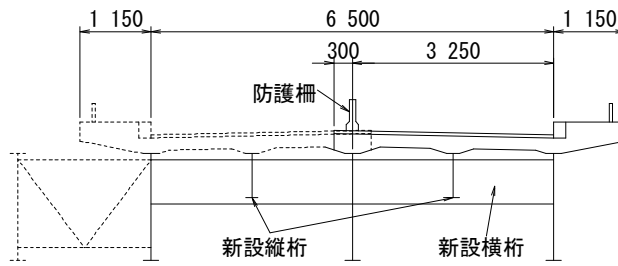
- 1) 補修・補強の新技术、橋梁と基礎、1994年8月
- 2) 補修・補強における接合方法、橋梁と基礎、1994年8月
- 3) 既設橋梁の破損と対策、道路保全技術センター、1994年3月
- 4) 道路橋補修便覧、日本道路協会、1979年2月

補強工法の名称	鋼-⑨ 増設工法	
概要と特徴	<p>桁の増設、柱の増設、その他の部材の増設がある。</p> <p>目的としては、①耐荷力を増大させる、②異常なたわみを防止する、③作用力を低減する等があげられる。</p> <p>道路拡幅のために主桁を増設する場合もある。</p> <p>床版補強工法で増設桁による縦桁補強が行われる。これは、床版を支持する既存の主桁に新たに縦桁を増設して床版を支持させ、床版支間を短縮させることにより曲げモーメントを減少させるものである。</p>	
適用部材など	主桁。縦桁。アーチの斜材。床版打換え。	
補強計画上の留意点	使用材料	溶接材料。高力ボルト。鋼材。
	設計	<p>主桁を増設する場合、既設主桁に隣接させて増設の主桁を並列設置し、新旧両主桁で荷重を分担させる。</p> <p>増設により構造系が変わるので、死荷重の増加と合わせて設計照査しておく必要がある。</p>
	構造細目	
	施工	<p>交通規制:有り。</p> <p>難易度:検討を要す。(やや難しい)</p> <p>工期:長期。</p>
その他の留意点		

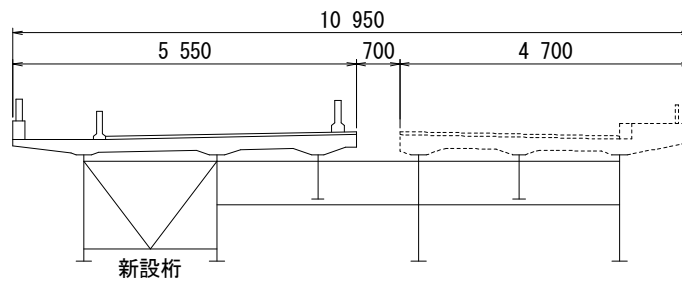
補強工法の名称 鋼-⑨ 増設工法

概要図

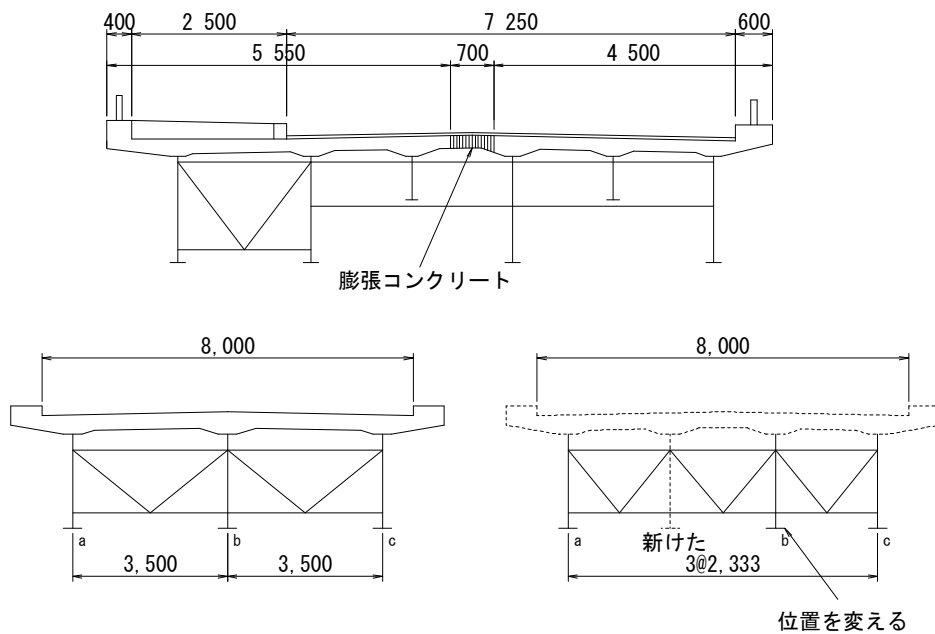
拡幅側車線撤去



拡幅側置き換え



拡幅完了



参考文献

- 1)補修・補強の新技术、橋梁と基礎、1994年8月
- 2)既設橋梁の破損と対策、道路保全技術センター、1994年3月
- 3)道路橋補修便覧、日本道路協会、1979年2月

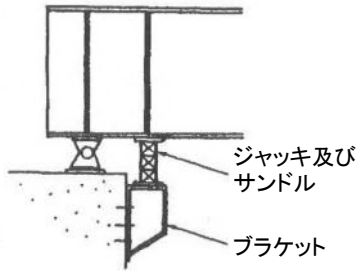
補修工法の名称	付-① 支承補修工法	
概要と特徴	既設の支承が破損又は機能低下した場合、構造物に重大な支障となりやすいので慎重な補修計画を立てる必要がある。支承補修は短期工事を要求され、施工が困難な箇所でもあるので、構造・施工方法、仮設物の選択を十分検討し、迅速かつ確実に補修しなければならない。特にジャッキを使用する場合は、上部構造の検討やジャッキアップによる応力集中等検討を行い、上部構造を補強する必要がある場合には事前の補強を施さなければならない。	
適用部材など	橋梁の支承全般において、損傷(沈下、割れ、変形、機能低下)が発生しているものを対象とする。	
補修計画上の留意点	使用材料	支承本体(上沓+下沓+アンカーボルト)+無収縮モルタル
	設計	支承構造又は型式は支承条件や性能を充分把握した上で選定する必要がある。また、施工時の作業空間を考慮した設計が望ましい。
	構造細目	支承のアンカーボルトは下部工に完璧に固定された状態にする必要があると同時に、各々の支承反力は均一のものでなければならない。
	施工	施工は一般に次の手順で実施される。 [事前の現場調査] → [仮設材の設置] → [ジャッキの設置] → [ジャッキアップ] → [コンクリート撤去] → [既設支承の撤去] → [新設支承の設置] → [沓座モルタルの打設] → [養生] → [ジャッキダウン] → [仮設材の撤去] → [完成]
その他の留意点	ジャッキの必要能力を設定する為、反力(死荷重・活荷重)を計算し、5割増程度のジャッキ能力を有した型式を使用する。又、高さやジャッキアップ量を満足させるものを選定する。	

補修工法の名称 付-① 支承補修工法

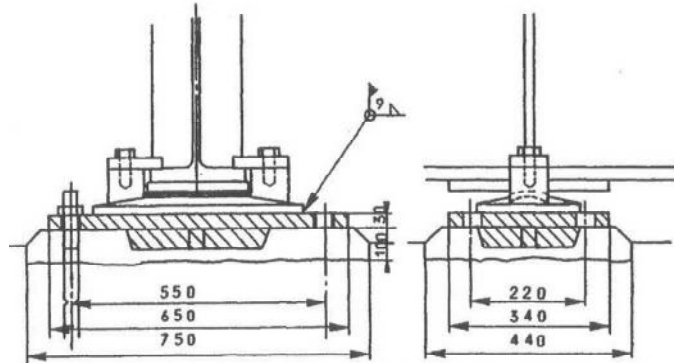
概 要 図

支承補修の例

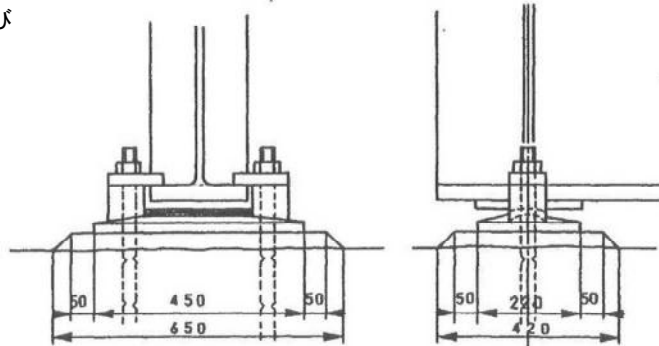
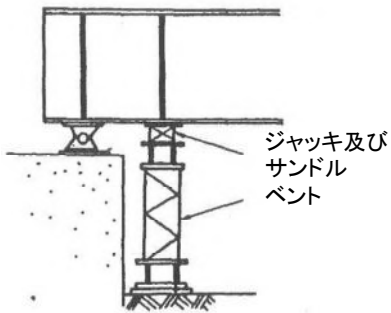
桁の仮受け例



(a) 支承補修例: 支承更新



(b) 沓座モルタル補修例



○ジャッキベースが確保できない場合、下部工側面に鋼製ブラケットを設置し、ジャッキアップを行い反力を伝達させる。

○支承まわりのコンクリートを撤去し、新支承又は沓座モルタルを打設し、養生完了する。

参 考 文 献

- 1) 道路橋支承便覧, 日本道路協会, 1991年7月
- 2) 道路橋補修便覧, 日本道路協会, 1979年2月
- 3) 道路維持修繕要綱, 日本道路協会, 1978年7月

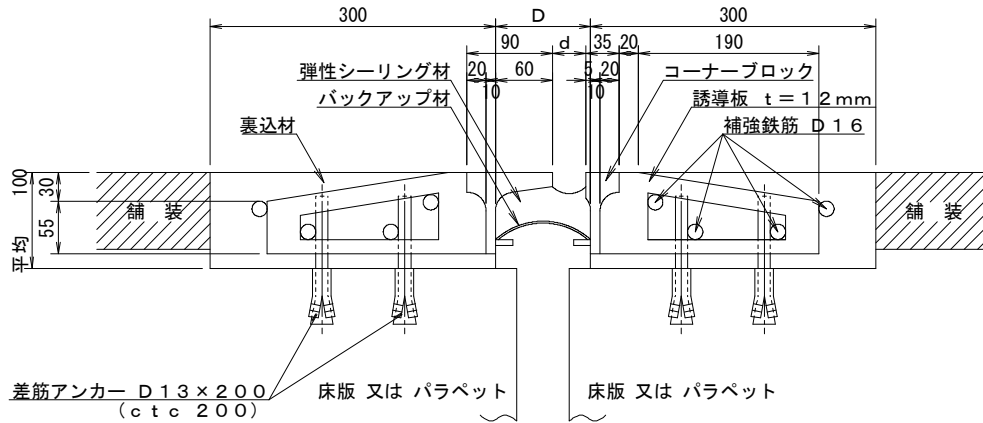
補修工法の名称	付-② 伸縮装置補修工法	
概要と特徴	既設の伸縮装置が破損(変形・音の発生・段差等)した場合, 交通車両や歩行者に対する安全性の確保から早急な対策が必要となる。鋼製及びゴム形式の伸縮装置には荷重支持型と付合せ型があり, 積雪地域, 伸縮量, 遊間及び交通量により形式選定する必要がある。	
適用部材など	橋梁の伸縮目地及び縦目地等の温度変化による伸縮や活荷重によるたわみ差が発生する部位に設置する。	
補修計画上の留意点	使用材料	伸縮装置本体+コンクリートアンカー+鉄筋, 又, 伸縮装置と床版との充填材として, 超速硬コンクリートや樹脂モルタル等が使用される。
	設計	現況の遊間及び対象目地の伸縮量やたわみ量で適応タイプを決定する。
	構造細目	既設部材(床版)と新たに設置した伸縮装置は鉄筋を配筋した後, 裏込材を打設し, 床版と一体性のあるものとしなければならない。
	施工	施工は一般に次の手順で実施される。 [事前の現場調査] → [規制開始] → [撤去位置のマーキング] → [カッター] → [研り] → [コンクリートアンカー打込み] → [伸縮装置本体の設置] → [配筋(溶接)] → [型枠設置(目地)] → [裏込材打設] → [表面仕上げ] → [養生] → [完成] → [規制解放]
その他の留意点	既設の伸縮装置を撤去する際は端部の床版厚を事前に確認し, 極力床版を傷付けないように心掛ける。又, 下部工の天端上へ落ちた研り殻は施工完了後速やかに清掃するものとする。	

補修工法の名称 付一② 伸縮装置補修工法

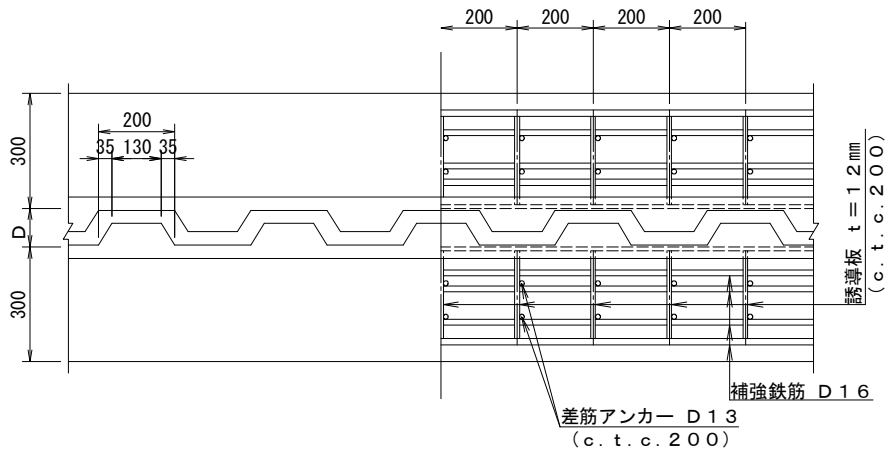
概 要 図

伸縮装置補修の例

断 面 図



平 面 図



- 既設の伸縮装置を撤去した後、コンクリートアンカーを床版に打込み伸縮装置本体を設置する。
- 配筋後、伸縮装置が床版に十分固定されているかどうか確認し、所定の裏込材を打設し養生完了後、規制を開放する。

参 考 文 献

- 1)道路橋伸縮装置便覧，日本道路協会，1970年4月
- 2)道路橋補修便覧，日本道路協会，1979年2月
- 3)道路維持修繕要綱，日本道路協会，1978年7月

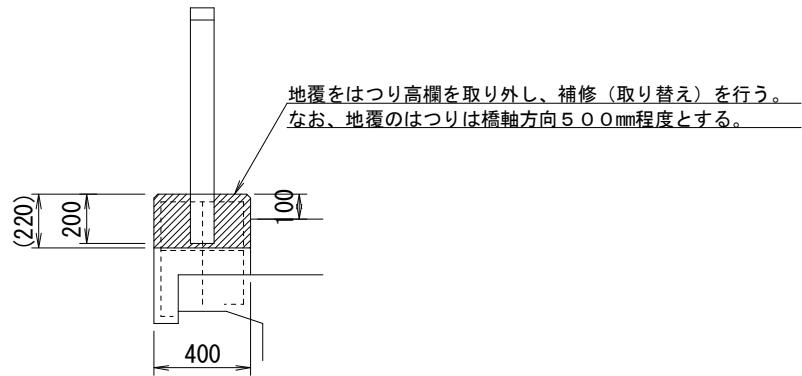
補修工法の名称	付-③ 高欄補修 その1 (歩行者自転車用柵)	
概要と特徴	<p>既設の橋梁用防護柵が破損(強度を維持できない程度の腐食・車両の衝突による破損)した場合、交通車両及び歩行者の転落防止機能が損なわれ、人身事故に直結するため、早急な対応が必要となる。</p> <p>また、旧基準で設置されている場合、現行基準の条件に満たないものがあるので同様に早急な対応が必要となる。</p> <p>なお、建築限界の関係等で地覆を広げたり、高欄が高くなる場合は、床版の応力検討も必要となる。</p> <p>(参考)現行基準抜粋(平成10年11月)</p> <p>①高欄 → 高さ:歩行面より110cm 強度:柵の種別に対応する設計荷重に対して塑性変形しない十分な強度を有していること。 他 :部材間隔は、15cm以下とする。</p>	
適用部材など	橋梁・高架で歩行者の転落や横断を防止する部分に設置する。	
補修計画上の留意点	使用材料	アルミニウム合金材、鋼材、鋳鉄、ステンレス鋼材等の金属材料
	設計	概要と特長の(参考)の値以下とする。
	構造細目	<p>①埋込み式の場合は、橋梁地覆部のコンクリートをはつり、破損した防護柵を撤去後新規の防護柵を設置する。</p> <p>このとき、設計通りの補強鉄筋を支柱廻りに設置すると同時にコンクリート打ち継ぎ部が一体となるように施工をすること。</p> <p>②アンカー式の場合はナットを丁寧に取外し、防護柵を撤去して新規の防護柵に取り替える。このとき、アンカーボルトの腐食程度を確認し必要に応じて引っ張り試験または、防食塗装を行うことが望ましい。</p> <p>③埋め込み式の防護柵を撤去し、新たにベース式防護柵を設置することもできる。</p> <p>この場合、コンクリートのはつり作業も少なく済むが新設のアンカーは機械式グリップアンカー又はケミカルアンカーとなるため、コンクリートの劣化試験等によりアンカーの強度確認が必要となる。</p>
	施工	<p>一般的に以下の手順で行われる。</p> <p>[事前の現場調査] → [規制開始] → [既設地覆・柵の撤去] → [アンカー鉄筋等の配筋] → [柵支柱の設置] → [地覆コンクリート打設・養生] → [笠木等部材の設置] → [規制解除]</p>
その他の留意点	コンクリートのはつり時に、はつり片が落下しないように防護カバーを用意すると同時に構造鉄筋を破損しないように注意すること。	

補修工法の名称 付-③ 高欄補修 その1 (歩行者自転車用柵)

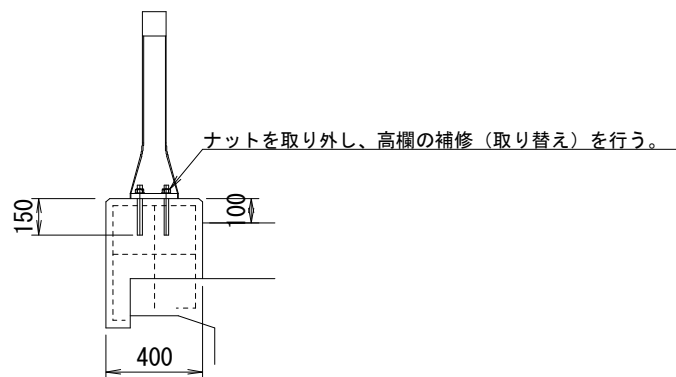
概要図

<高欄>

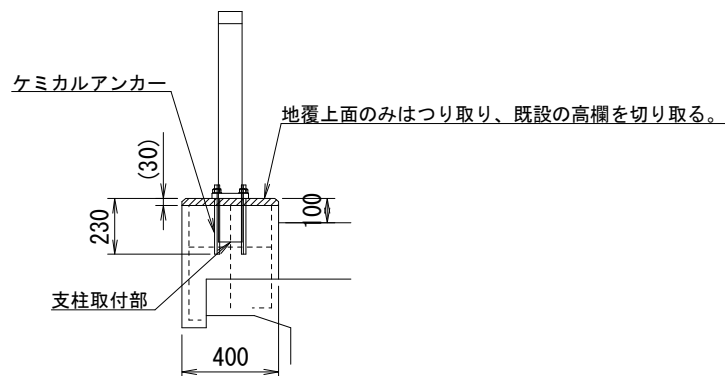
①埋込み式を埋込み式に補修



②アンカー式をアンカー式に補修



③埋込み式をアンカー式に補修



参考文献

- 1)道路橋示方書・同解説 I 共通編II鋼橋編、日本道路協会、1996年12月
- 2)防護柵の設置基準・同解説、日本道路協会、1998年11月

補修工法の名称	付-③ 高欄補修 その2 (車両用防護柵)	
概要と特徴	<p>既設の橋梁用防護柵が破損(強度を維持できない程度の腐食・車両の衝突による破損)した場合、交通車両及び歩行者の転落防止機能が損なわれ、人身事故に直結するため、早急な対応が必要となる。</p> <p>また、旧基準で設置されている場合、現行基準の条件に満たないものがあるので同様に早急な対応が必要となる。</p> <p>なお、建築限界の関係等で地覆を広げたり、高欄が高くなる場合には、床版の応力検討も必要となる。</p> <p>(参考)現行基準抜粋(1998年11月)</p> <p>高さ:車道面から60~100cmを原則とする。</p> <p>強度:大型車による種別に応じた衝突度での衝突に対して、突破されない強度を有すること。</p> <p>他 :歩行者自転車用柵兼用の場合は、同基準も確保すること。</p>	
適用部材など	主として車両の路外への逸脱による人的被害を防止する部分に設置する。	
補修計画上の留意点	使用材料	アルミニウム合金材、鋼材、鋳鉄、ステンレス鋼材等の金属材料
	設計	概要と特長の(参考)の値以下とする。
	構造細目	<p>①埋込み式の場合は、橋梁地覆部のコンクリートをはつり、破損した防護柵を撤去後新規の防護柵を設置する。</p> <p>このとき、設計通りの補強鉄筋を支柱廻りに設置すると同時にコンクリート打ち継ぎ部が一体となるように施工すること。</p> <p>②アンカー式の場合はナットを丁寧に取外し、防護柵を撤去して新規の防護柵に取り替える。このとき、アンカーボルトの腐食程度を確認し必要に応じて引っ張り試験または、防食塗装を行うことが望ましい。</p> <p>③埋め込み式の防護柵を撤去し、新たにベース式防護柵を設置することもできる。</p> <p>この場合、コンクリートのはつり作業も少なく済むが新設のアンカーは機械式グリップアンカー又はケミカルアンカーとなるため、コンクリートの劣化試験等によりアンカーの強度確認が必要となる。</p>
	施工	<p>一般的に以下の手順で行われる。</p> <p>[事前の現場調査] → [規制開始] → [既設地覆・柵の撤去] → [アンカー鉄筋等の配筋] → [柵支柱の設置] → [地覆コンクリート打設・養生] → [横梁等部材の設置] → [規制解除]</p>
その他の留意点	コンクリートのはつり時に、はつり片が落下しないように防護カバーを用意すると同時に構造鉄筋を破損しないように注意すること。	

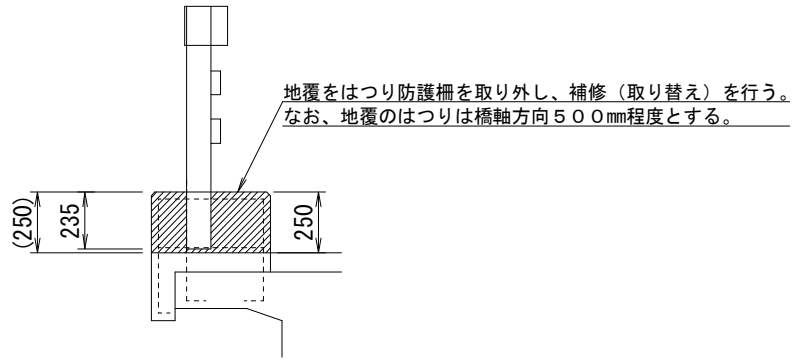
補修工法の名称

付-③ 高欄補修 その2 (車両用防護柵)

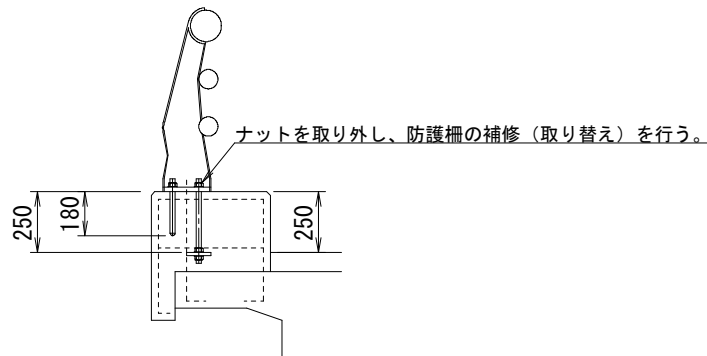
概要図

< 橋梁用車両防護柵 >

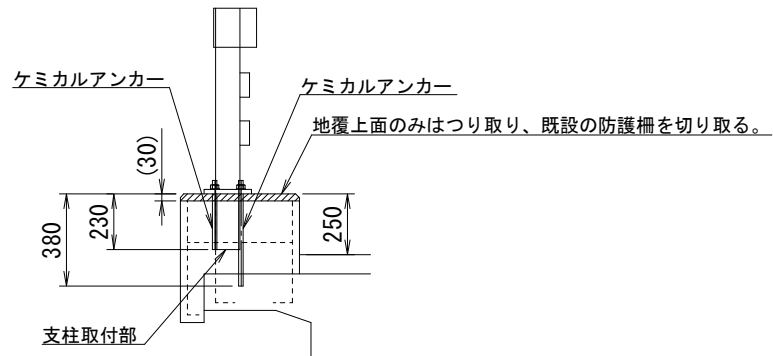
①埋込み式を埋込み式に補修



②アンカー式をアンカー式に補修



③埋込み式をアンカー式に補修



参考文献

- 1)道路橋示方書・同解説 I 共通編II鋼橋編、日本道路協会、1996年12月
- 2)防護柵の設置基準・同解説、日本道路協会、1998年11月

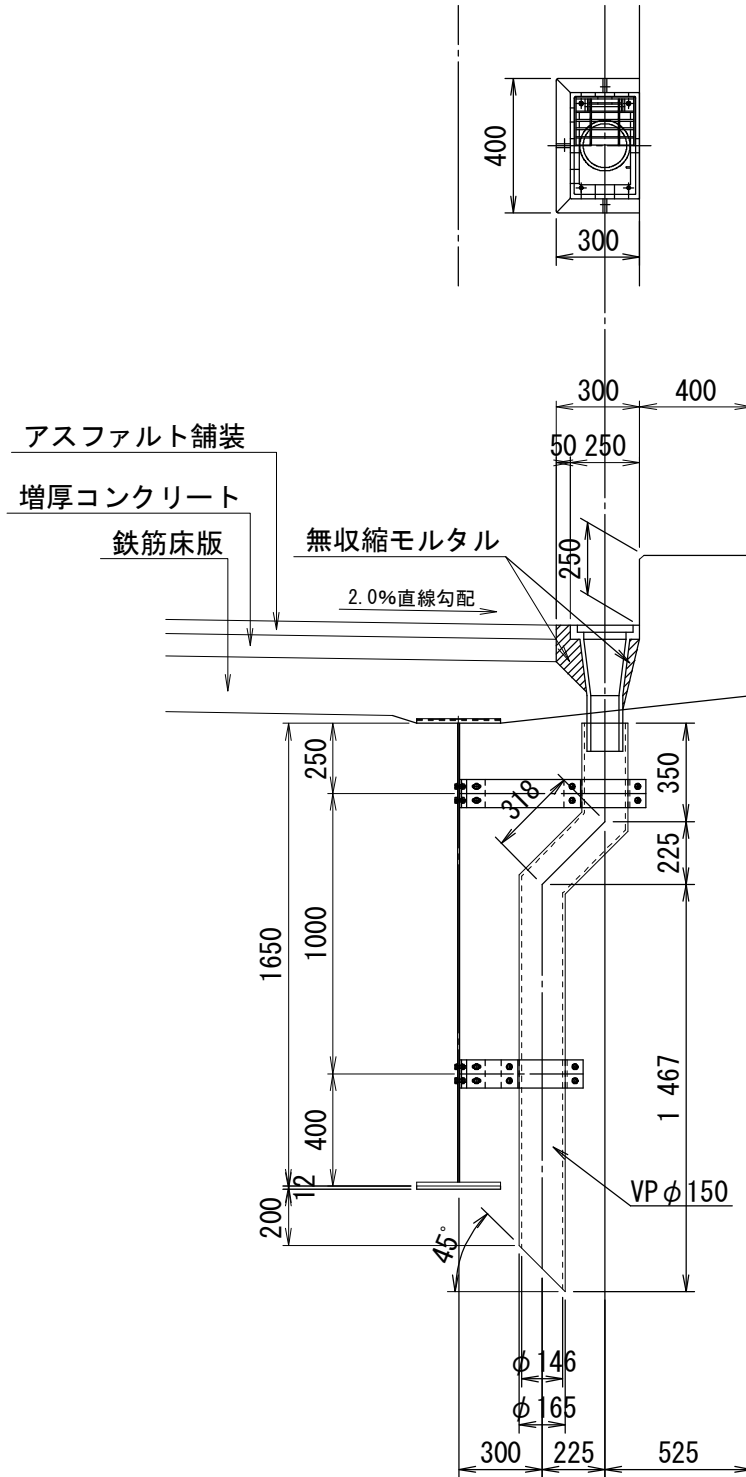
補修工法の名称	付-④ 排水装置の補修	
概要と特徴	橋面上の雨水をすみやかに排水し、通行車両の安全を確保する必要がある為、排水ますの舗装面に対する設置高さについては注意を要する。又、排水管については橋下への影響を考慮し、所定の場所まで導水する必要がある。	
適用部材など	橋面上の排水ますや橋面下の排水管等に損傷が発生している部位。	
補修計画上の留意点	使用材料	排水ます+VP管+VU管+取付金具+無収縮モルタル等 (鋼管)
	設計	排水ますの位置や橋下の状況を念頭に流出水が鋼部材や支承に影響を与えないよう注意する必要がある。
	構造細目	排水ますを床版内に固定されるよう、充填を充分に行い、適切な補強鉄筋を配置する。
	施工	施工は一般に次の手順で実施される。 [カッター] → [コアボーリング※] → [舗装及び床版の部分的な撤去] → [排水ます設置] → [無収縮モルタル打設] → [養生] → [金具取付] → [排水管設置] → [完成] ※コアボーリングは排水装置追加の際に必要となる。
その他の留意点	固形物の侵入、清掃のしやすさ、排水管流末処理部付近の他部材への影響(腐食等)を考慮する必要がある。	

補修工法の名称

付-④ 排水装置の補修

概要図

排水装置補修の例



参考文献

1)道路維持修繕要綱、日本道路協会、1978年7月

補修工法の名称	付⑤ 橋面舗装補修	
概要と特徴	<p>橋梁の路面状態が悪くなると走行上の問題のみならず、振動、衝撃の増加、雨水の浸透などにより床版、伸縮装置等、橋の上部構造にも重大な影響を与えることになる。</p> <p>破損の種類によっては、その原因が橋の構造に起因するのもあり、放置すれば橋梁本体に重大な影響を及ぼすことがあるので個々の破損現象を十分調査し、その結果によっては、破損の大きさにかかわらず補修を行わなければならないことがある。</p>	
適用部材など	橋面舗装。	
補修 計 画 上 の 留 意 点	<p>使用材料 表層には、密粒度アスファルト混合物、密粒度ギャップアスファルト混合物、細粒度ギャップアスファルト混合物などを用い、基層にはコンクリート床版の場合には密粒度アスファルト混合物などを、鋼床版の場合には一般にグースアスファルト混合物を用いることが多い。また、床版への水の浸透を防止のため防水層(接着剤+防水層)を設けることを原則とする。</p> <p>また、コンクリート舗装を用いることもある。</p>	
	<p>設計 主な補修工法は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前面及び部分打ち換え ・オーバーレイ ・パッチング ・充填 ・切削 	
	構造細目	
	<p>施工 打ち換え施工は、一般的に以下の手順で行われる。</p> <p>[交通処理] → [舗装切削] → [廃材処理] → [防水層の設置] → [基層] → [表層] → [レーンマーク]</p>	
その他の留意点	<p>1)切削時の注意</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート床版上では、床版の不陸のため舗装厚さが一定でないので、在来舗装を切削する際床版を削らないように注意する。 ・鋼床版上では、リベットヘッド、ボルトヘッドなどがとび出ている箇所が多いのであらかじめ調査し、切削前の従来舗装面にその位置を示しておき、削らないように注意するとともにその箇所は、人力で作業する。 ・伸縮装置及び橋梁取付部を破損させないように注意し、多少手前で機械を止め、残りは人力による作業できれいに削り取る。また、ゴムジョイントを使用している箇所は、加熱による損傷に注意する。 <p>2)舗装時における注意</p> <ul style="list-style-type: none"> ・橋面では、伸縮装置部及び橋梁取付部周辺は、締め固め不足となりやすく、供用後沈下し段差となることがあるので、余盛量に十分に注意する。 	

補修工法の名称	付-⑤ 橋面舗装補修
概 要 図	
参 考 文 献	1)道路維持修繕要綱、日本道路協会、1978年7月 2)アスファルト舗装要綱、日本道路協会、1999年1月

表紙の写真について

福井市中央3丁目からつくも1丁目にかけて架かる九十九橋は、江戸時代には半木半石の奇橋として有名でした。柴田勝家が足羽川を北ノ庄城の外堀として利用した時に、北ノ庄側にあたる北半分を木材、南半分を石材で建設したのが始まりで、明治42年に木造トラス橋として架け替えられるまで、10回以上にわたり半木半石として架け替えを受けています。

上段左) 明治7年に架けられた最後の半木半石の橋

上段右) 明治42年に架けられた木造トラス橋

下段左) 昭和8年に架けられた鉄筋コンクリートI桁橋

下段右) 昭和61年に架けられた鋼床版鈹桁橋

※表紙下段左の写真については出典不明のため、お心当たりの方は(財)福井県建設技術公社までご連絡ください。



九十九橋北詰の照手御門(福井市立郷土歴史博物館所蔵)



里程元標

九十九橋は旧北陸道に位置し福井城下への入り口にあたるので、北詰の照手御門には福井藩の禁令を記した高札場がありました。越前国各地への起点を示す里程元標は現在も北詰に存在します。

橋梁定期点検マニュアル(案)

平成19年3月発行

監 修 福井県土木部
編著・発行 財団法人 福井県建設技術公社
〒910-0005 福井県福井市大手2丁目9-10
(福井県電気ビル1階)
電話 (0776) 20-0395
印 刷 西川印刷株式会社

本誌の一部または全部を無断
で複写、複製(コピー)および転
載することを禁ずる。