No. 11

老朽橋の点検調査について

岩宮　文志

1. まえがき

当社では橋梁の補修設計をテーマの1つに取りあげ、取り組んでいます。橋梁補修といっても、破損・変状は上部工・下部工・基礎工にわたり、車道の拡幅・歩道の添加なども補修に含み守備範囲の広い仕事となります。
また、補修設計の考え方も比較的歴史が新しいため、補修工法も定量的に基準化されたものが少く、経験的に対処されることが多いのが現状です。
参考のために補修設計に対する各種規準・研究報告をあげてみると、次のように比較的最近のものが多いことが分ります。

道路橋補修便覧	日本道路協会	S 54年
土木建造物取替の考え方	日本鉄道施設協会	S 49年
橋梁の補修工法に関する調査研究	建設省技術研究会報告	S48～S52

したがって、橋梁破損の傾向と原因（特にこの山陰地方の中小橋梁について）をさぐり、対策工法を定量化することが最初の課題となってきます。
その第1段階として、橋梁の点検調査とその結果について最近の業務から考えてみたいと思います。

2. 橋梁破損の原因と傾向（建設省技術研究会報告より）

S49年建設省技術研究会報告で、建設省および都道府県の管理している橋のうち過去に補修を行った橋235橋について調査を行っている。
これによると架設年別では昭和6年～10年および昭和31年～40年に架設された橋梁が多い。適用示方書でみると大正15年の道路構造による細則案（内務省土木局）によったものが多いが、昭和39年鋼道路橋設計示方書によるものも21橋あり、コンクリートの老旧だけが損傷の原因でないことがわかる。
橋種別に分類すると表－5のとおりで、さらに補修補強の対象となっているのは床版が圧倒的に多い。橋体については床版の補修補強時に耐荷力不足や損傷部の補修補強を行っており、橋体を単独で補強した例は少ない。

表－2　架設年別調査橋数

架　設　年	橋　数
大正9年以前	2
大正10年～大正14年	7
昭和元年～昭和5年	23
〃6年～〃10年	47
〃11年～〃15年	26
〃16年～〃20年	3
〃21年～〃25年	12
〃26年～〃30年	31
〃31年～〃35年	23
〃36年～〃40年	41
〃41年～〃45年	13
〃46年以降	[illegible]
不明	5
全　　計	235

表－3　適用示方書別調査橋数

適用示方書*	橋数
1　明治19年　標準	0
2　大正8年　道構令等	10
3　大正15年　道構細則	92
4.　昭和14年　鋼道示	53
5.　昭和31年　鋼道示	54
6.　昭和39年　鋼道示	21
7.　昭和47年　道示	0
8.　その他（不明含む）	5
合　　計	235

* 表－4 参照

表－5　橋種別調査橋数

鋼　　橋	155
R　C　橋	78
P　C　橋	2

表－6　補修補強対象

鋼橋躯体	44
鉄筋コンクリート躯体	60
鉄筋コンクリート床版	197

表－7　補修補強の理由

理　　由	補修補強対象
耐荷力不足	94
損　　傷	206
そ　の　他	1*

* 拡幅

表－4　道路橋示方書の主要規定の変遷

	名　　称	橋の等級		設計荷重					衝撃係数
				車道			歩道	負載の方法	
		道路の種類	等級	車輌荷重		等分布荷重（大正8年、15年では群集荷重と称す）	群衆荷重（昭和14年では、等分布荷重と称す）		
				自動車	転圧機				
1	明治19年8月（1886）国県道の築造標準（内務省訓令第13号）	国道 県道	規定なし	規定なし		車道、歩道の区別なし 400貫/坪（454kg/m²）		橋上満面に積載する	別に規定なし
2	大正8年12月（1919）道路構造令及び街路構造令（内務省令）	街路	規定なし	3,000貫（11,250kg）	15t	15貫/尺²（≒613kg/m²）径間に応じ相当軽減することを得			別に規定なし
		国道	〃	2,100貫（7,875kg）	12t	12貫/尺²（≒490kg/m²）径間に応じ相当軽減することを得			
		府県道	〃	1,700貫（6,375kg）	別に規定なし	12貫/尺²（≒490kg/m²）径間に応じ相当軽減することを得			
3	大正15年6月（1926）道路構造に関する細則案（内務省土木局）	街路	一等橋	12t	14t	・主桁、主構 $\frac{120000}{170+l}\leqq 600\mathrm{kg/m^2}$ ・主桁、主構以外 600kg/m²	・主桁、主構 $\frac{100000}{170+l}\leqq 500\mathrm{kg/m^2}$ ・主桁、主構以外 500kg/m²	1. 自動車は橋の縦方向に1台とする 2. 転圧機は1橋につき1台とし他の荷重と同時に負載しない 3. 車輌は横の方向に4台まで 4. 群集荷重は自動車転圧機の左右前後に等分布する	$i=\frac{20}{60+l}\leqq 0.3$ 群集荷重、転圧機荷重には衝撃を生ぜしめない
		国道	二等橋	8t	11t	・主桁、主構 $\frac{100000}{170+l}\leqq 500\mathrm{kg/m^2}$ ・主桁、主構以外 500kg/m²	・主桁、主構 $\frac{80000}{170+l}\leqq 400\mathrm{kg/m^2}$ ・主桁、主構以外 400kg/m²		
		府県道	三等橋	6t	8t	二等橋に同じ	二等橋に同じ		
4	昭和14年2月（1939）鋼道路橋設計示方書案（内務省土木局）	国道および小路（I）等以上の街路	一等橋	13t	17t	$l<30$m　500kg/m² 30m$\leqq l \leqq$120m $(545-1.5l)$kg/m²		1. 自動車は縦方向に1台、横方向に制限しない 2. 転圧機は1橋1台で他の荷重と同時に負載しない 3. 等分布荷重は自動車の左右前後に分布する。車道の床版床組の設計には考えない	$i=\frac{20}{50+l}$ 歩道の等分布荷重、転圧機荷重は衝撃を生ぜしめない
		府県道および小路（II）等以上の街路	二等橋	9t	14t	$l<30$m　400kg/m² 30m$\leqq l \leqq$120m $(430-l)$kg/m²			
		（注）小路（I）等…幅員8m以上の街路 小路（II）等…幅員4m以上8m未満の街路							
5	昭和31年5月（1956）鋼道路橋設計示方書（日本道路協会）	一級国道、二級国道、主要地方道	一等橋	20t（T-20）	規定なし	荷重 | 線荷重 | 等分布荷重 $l\leqq 80$ | $l>80$ L-20 | $\alpha\times$5,000 kg/m | $\alpha\times$350 kg/m² | $\alpha\times(430-l)$ kg/m²	500kg/m² 主桁：350kg/m²	1. 床および床組の車道部にT荷重とし、自動車は縦方向に1台横方向に制限しない 2. 主桁にはL荷重とし載荷範囲は制限しない。線荷重は1橋につき1個	$i=\frac{20}{50+l}$ 歩道の群集荷重は衝撃を生ぜしめない
		都道府県道市町村道	二等橋	14t（T-14）	規定なし	L-14 | 一等橋の70%			
				（注）床および床組の設計…T荷重 主桁の設計…L荷重		$\alpha=1-\frac{w-5.5}{50}$　$(1\geqq\alpha\geqq 0.75)$ w＝L荷重の載荷幅（m）			
6	昭和39年6月（1964）鋼道路橋設計示方書（日本道路協会）	同上		同上		荷重 | 主載荷荷重（幅5.5m）：線荷重 P kg/m、等分布荷重 P kg/m² $l\leqq 80$ | $l>80$ | 従載荷荷重 L-20 | 5,000 | 350 | $430-l$ $\leqq 300$ | 主載荷荷重の50% L-14 | 一等橋の70%	同上	同上	同上

3. 点検調査例

最近の調査例からRC床版橋の破損の傾向と原因について考えてみる。

1) 業務内容

町管理の橋梁9橋（RC床版橋8橋、RCT桁橋1橋）の点検調査

2) 点検調査の項目

・橋体コンクリート

コンクリートに現われる外観上の変状は、ひびわれ・はく離・漏水・劣化（変色）・鉄筋の露出・豆板などがある。これらについて「レ：変状なし」「△：一部変状」「○：変状はなはだしい」の状態に分けて点検する。変状の大きさ、発生位置は図面、写真を添付する。

・橋面工

地覆、高欄、舗装・排水について、その変状・破損について点検し写真を添付する。

・橋台コンクリート

パラペット・沓座・たて壁・ウィングについてコンクリートの変状を調べる。

・基礎工

躯体の沈下、傾斜・移動・基礎の洗掘について点検する。

3) 変状の評価

次の6段階の評価を行う。

① 異常なし ② 追跡調査が必要 ③ 災害時点検を行う ④ 補修が必要
⑤ 重量制限が必要 ⑥ 架け替えが必要

以上2) 3)の項目について床版橋とT桁橋について点検票を作成した。調査票で問題となるのは、コンクリートの変状の度合を数値的に評価する基準がないことである。この点と、コンクリートの変状と強度の関係は今後の研究を待たなければならないが今回は2)のように経験的な評価を与えている。

点検表の例

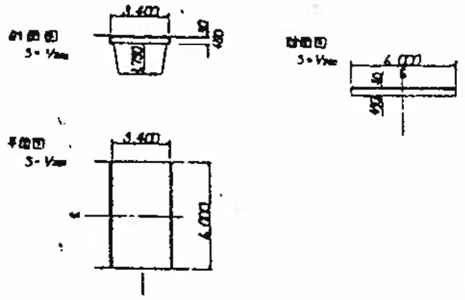
RC床版橋 橋梁点検調査票

整理番号	5	橋名	泉橋	路線名	田倉上町～飯柳線	所在地	大字口田倉
上部工形式	構造形式 (RC) PC) 床版橋 橋長 3.40 m 幅員 6.0 m	下部工形式	左岸 コンクリート橋台 右岸 コンクリート橋台	利用状況	20t	点検年月日	昭和57年6月4日
				完成年月日	昭和27年	点検者	

構造物の種別		点検の箇所		ひびわれ	はく離	漏水	劣化(変質)	鉄筋の露出	空洞(豆板)	
上部工	橋体(床版)	床版の下面		V	○	V	△	○	V	
		床版の側面		V	V	V	△	V	V	
		版厚			[illegible]					
	橋面	地覆	なし							
		舗装		V	V	V	V	V	V	
		高欄	なし							
	その他									
下部工 左岸橋台 右岸橋台	躯体コンクリート	パラペット，沓座	左岸	V	V	V	V	V	V	
			右岸	V	V	V	V	V	V	
		竪壁	左岸	V	V	V	△	V	△	
			右岸	V	V	V	△	V	△	
		ウィング	なし							
	基礎	躯体の沈下				[illegible]				
		〃 の傾斜				V				凡例
		〃 の移動				V				V：変状なし
		基礎の洗堀				V				△：一部変状
	その他									○：変状はなはだしい。

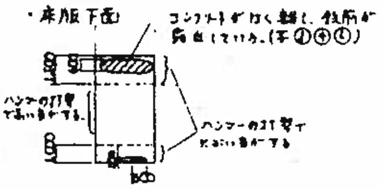
点検結果	異常なし 追跡調査が必要 災害時点検が必要 [✓ 補修が必要] 重量制限が必要 架け替えが必要	床版橋桁部のコンクリートの打ち直しが必要

一般図


側面図 S=1/100
3,400
断面図 S=1/50
6,000
平面図 S=1/100
3,400
6,000

変状の発生状況

・床版下面


コンクリートがはく離し、鉄筋が露出している。(写①④⑥)
ハンマーの打撃で濁い音がする。
ハンマーの打撃で濁い音がする。

・橋台竪壁

コンクリート表面は劣化し、変色している。漏水にあらわれる部分は豆板状となっている。(写④)

19

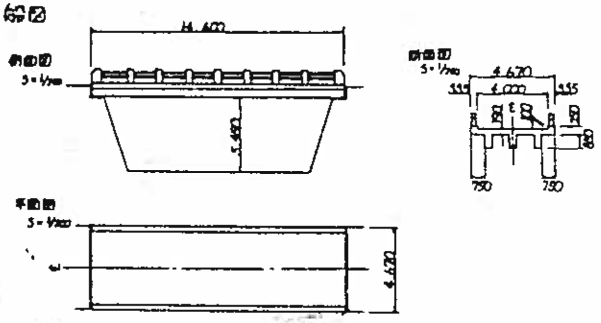
RC T桁 橋梁点検調査票

整理番号	7	橋名	才坂橋	路線名	大槻線	所在地	大字実田倉
上部工形式	構造 (RC) PC) T桁橋 橋長 14.6 m 幅員 4.0 m	下部工形式	左岸橋台 コンクリート橋台 右岸橋台 コンクリート橋台	利用状況	14t(将来的には20t)	点検年月日	昭和57年6月4日
				完成年月日	昭和45年	点検者	

構造物の種別		点検の箇所		ひびわれ	はく離	漏水	劣化(変質)	鉄筋の露出	空洞(豆板)	備考
上部工	橋体	主桁		V	V	V	V	V	V	
		横桁		V	V	V	V	V	V	
		床版		V	V	V	V	V	V	
		主桁と床版，横桁の結合部		V	V	V	V	V	V	
		支承				V				
		沓座モルタル				V				
	橋面	地覆		V	V	V	V	V	V	
		舗装		△	V	V	V	V	V	
		高欄		支柱コンクリートにひびわれ						
		伸縮継手				V				
		排水				V				
	その他									
下部工	躯体コンクリート	パラペット，沓座	左岸	V	V	V	V	V	V	
			右岸	V	V	V	V	V	V	
		竪壁		V	V	V	V	V	V	
				V	V	V	V	V	V	
		ウィング	なし							
	基礎	躯体の沈下				V				
		〃 の傾斜				V				凡例
		〃 の移動				V				V：変状なし
		基礎の洗堀				V				△：一部変状
	その他									○：変状はなはだしい

点検結果	異常なし [✓ 追跡調査が必要] 災害時点検が必要 補修が必要 重量制限が必要 架け替えが必要	現状においては、橋体コンクリートに変状は見られない。20t荷重が通行した時点で定期的に追跡調査を行い、必要があれば鋼板接着工法等の補強工法で検討する。

一般図


側面図 S=1/100
14,600
断面図 S=1/50
4,670
335
4,000
335
750
750
平面図 S=1/100
4,670

変状の発生状況

・舗装コンクリートのひびわれ。写①⑦⑧
・高欄支柱コンクリートのひびわれ。写⑨⑩

4) 点検結果一覧表

番号	橋長	幅員	形式	完成年度	上部工		下部工		対策
					橋体	橋面工	躯体	基礎	
1	m 5.9	m 6.4	床版橋	S 40	O.K	O.K	たて壁にキレツ	O.K	たて壁 樹脂注入
2	7.3	4.0	〃	S 40	鉄筋露出	舗装亀甲状	O.K	O.K	床版 打ち替え
3	4.7	7.0	〃	S 40	O.K	O.K	O.K	O.K	
4	3.4	2.4	〃	S 38	O.K	O.K	たて壁 空洞	洗掘	基礎の補修
5	3.4	6.0	〃	S 27	鉄筋露出	O.K	O.K	O.K	床版 打ち替え
6	4.1	2.4	〃	S 30	O.K	O.K	O.K	O.K	
7	14.6	4.0	T桁橋	S 45	O.K	舗装 ひびわれ	O.K	O.K	
8	8.06	3.7	〃	S 42	O.K	高欄 破損	O.K	O.K	高欄 付け替え
9	6.9	2.5	〃	S 41	O.K	高欄 破損	たて壁 すき間	O.K	高欄付け替え たて壁すき間充填

4、まとめ

・コンクリートの変状として予想した曲げ・せん断によるひびわれはなかった。これは路線が町道であり、大型車の交通量が少ないためと考えられる。

・床版コンクリートの変状としては、コンクリートのはく離、鉄筋の露出が見られた。これは曲げひびわれによるものではなく、鉄筋のかぶりの不足と、コンクリートの中性化により鉄筋が腐食したためと考えられる。コンクリートの中性化は、現場が海の近くで塩分にさらされる環境であったためと、水切りがないため雨水の影響を長時間受けていたためと考えられる。

これと対照的に、山間部の橋梁では降雪の凍結・融解により風上側の床版および地覆に網目状のクラックやコンクリートのはく離が見られる。従って気象作用の激しい地域では、鉄筋のかぶり、水切りの施工に注意をはらったり、また水密性をよくするためにコンクリート強度を上げるなどの配慮が必要だと考えられる。