

中信地域における補修を必要とする橋梁点検調査

永藤 壽 宮*

A Survey of the Bridges That Needs Maintenance in Chuhsin-Area

Toshimiya NAGATO

It is generally proposed to set aim 200 years as span of fatigue design. It is significant to keep the good condition of bridge for a long time.

This study investigates present inspection of charge and maintenance. We experiment about some examples of actual bridges with a crack. We report these researches in Chuhsin-area.

キーワード：橋梁，補修，維持管理

1. はじめに

橋梁等の構造物は、建設されると使用されるようになり、その年月と共に老朽化してゆくものである。そして、使用期間中に作用する荷重の増大、周囲の環境変化の影響による構造部材の品質の低下等により、その構造物の寿命は著しく変化するものである。しかし、その寿命は欠陥や変状がその橋梁にとって致命的になる前に発見し、適切な補修を行えば、大幅な長寿命化が可能となる。

最近、疲労設計における寿命の設定として、200年を目標に置くことが提案されている。長寿命橋梁を実現することは社会的にも経済的にも有意義な事である。

本研究では現在補修が必要な橋梁を、中信（長野県中部）地域内を対象に、長野県土木部や中信地域の関係市町村などの関係部署の基礎資料を参考に外観調査を行なった。

2. 維持管理の概要

維持管理は、点検と補修とに分けられる。両者の作業の流れは図1に示す様に先ず点検（通常、特別、異常時点検）を行い、それにより変状の有無、補修の必要、不必要を判断する。

3. 点検

3-1 概要

- (1) 橋梁損傷等の異常の発見
- (2) 安全で円滑な交通確保の問題点の把握
- (3) 橋梁及びその橋梁下の不法占用等の調査及び指導、取り締まり等

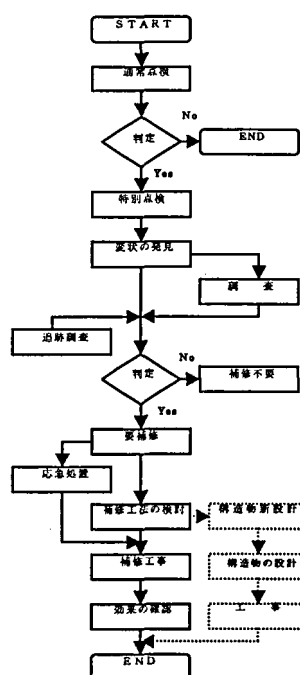


図1 維持管理の作業手順

* 長野工業高等専門学校環境都市工学科助教授
原稿受付 2001年9月30日

4. 補修工法

4-1 RC床版

(1) 疲労破壊…繰り返し荷重による破壊

床版下面にクラックが入り、それが床版上面に貫通しながら次第に網目状にまで発展して抜け落ちる場合がある。

4-2 鋼橋

(1) 鋼橋部材の維持修繕

鋼橋の主要な部材に異常が生じた場合は、橋梁の崩壊につながる可能性もあるので早急な対応を必要とする。

4-3 コンクリート橋

(1) コンクリート橋部材の維持修繕

コンクリート橋に現れる異常には、ひびわれ、剥離、鉄筋露出、豆板、漏水などがある。ひびわれの原因としては、アルカリ骨材反応、鉄筋量の不足、コンクリートの強度不足、断面不足、鉄筋の腐食膨張、自動車荷重の増大等が考えられる。

4-4 伸縮装置

(1) 伸縮装置の維持修繕

伸縮装置は輪荷重の衝撃を直接繰り返し受けるため、最も損傷しやすい部材であり、また補強が困難でもある。従って、損傷箇所を発見した場合には、早期に補修する必要がある。

4-5 支承部

(1) 支承部の維持修繕

支承は、橋梁の上部工と下部工をつなぐ重要な部分である。このため、支承には、ごみや、異物が入らないよう、また錆が発生しないよう日常の管理を行なわなければならない。

4-6 下部構造

(1) 基礎の維持修繕

橋脚、橋台の損傷には、その躯体の異常と基礎の異常とがあり多くの場合、基礎の異常によって発生している。

(2) 橋脚、橋台の躯体の維持修繕

橋脚、橋台の躯体は、上部工と基礎の間にあり、上部工の荷重増加や基礎の異常による影響を受けやすい。

5. 塗装

鋼橋の塗装は、部材の保全と美観のために行うが、年月の経過と共に劣化し、変質、変色、割れ、ふくれ、はがれが生じ表面に錆が生じてくる。そのため、

塗装が当初の機能を保っているかを点検し、必要に応じて塗り替えを実施しなければならない。

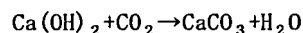
6. アルカリ骨材反応

アルカリ骨材反応とは、セメント中に含まれているアルカリ分と骨材中のある種の反応成分が、化学反応を起こし、コンクリートに有害な膨張を生ずる現象をいう。

アルカリシリカ反応による外観上の変状は、ひび割れ、膨張による構造物の変形、傾斜、移動及び目地部のずれ、膨張の拘束による目地部の破壊、ゲルの浸出などである。

7. 炭酸化（中性化）

老朽化した橋梁によく白い氷柱状のものがみられるが、これは炭酸カルシウム (CaCO_3) である。これは、セメントの水和によって生じた水酸化カルシウム (Ca(OH)_2) が空気中の二酸化炭素 (CO_2) と化合し、炭酸カルシウムに変化する現象であり炭酸化 (carbonation) という。これは、セメント硬化体に二酸化炭素が作用し、これが孔隔水溶液中に溶け込み、次式に従って水酸化カルシウムと反応するものである。



孔隔水溶液は初めは強アルカリ性であるから、生成する炭酸カルシウムは固体として析出する。このためカルシウムイオン (Ca^{2+}) の濃度が低下するので、水和により生成していた固体の水酸化カルシウムは、濃度低下分だけ、孔隔水溶液中に溶解する。

以上の過程が繰り返されて、二酸化炭素によるセメント硬化体の炭酸化が進行するこのために孔隔水の pH が低下するので中性化とも呼ばれている。コンクリートが中性化すると鉄筋が活性状態となり、腐食しやすくなる。したがって、コンクリート練りまぜ時におけるコンクリート中の塩化物の含有量は RC 示方書で制限されている。また中性化を防ぐ一般的な方法としてはかぶりを大きくするなどである。

次に東信地域の補修を必要とする橋梁の中で実例を挙げて考察してみることにする。

8. 橋梁実例とその考察

8-1 浅間橋における現況調査

(1) はじめに

写真1 本橋は、浅間河添線に昭和48年に建設された、活荷重合成桁橋である。

(2) 概観調査

写真2は下部コンクリート部分の写真である。この橋を側面から見ると、ひび割れが生じており、非常に危険な状態である。この原因として、まず挙げられるのはコンクリートの施工時の品質が悪く所要強度に達していなかった可能性とアルカリ骨材反応によりコンクリートの組織がゆるみ、ひび割れに至ったと考えられる。

写真3は、その支承である。

本橋の支承部では、掃除管理がゆきとどいていないらしく汚れが目立つ。これは支承部の腐食をもたらす原因ともなるので、改善が必要である。

また、写真4は排水装置が付いてはいるが、機能していないため、ひび割れ部分から汚水が氷柱状に出来上がっていた。



写真1



写真2



写真3



写真4

8-2 桜橋における現況調査

(1) はじめに

写真5に示す本橋は、松本和田線に昭和30年に建設された橋である。

(2) 概観調査

写真6は橋脚が河の浸食により劣化している様子である。反対側もコンクリートの剥離などが目立ち、補修の必要があると思われる。

写真7は同じく橋脚の写真で、橋の強度的には問題は無いが、このような破損状態で放っておく事には問題がある。また、橋台にもこれと同じような破損が見られた。



写真5

8-3 観音橋における現況調査

(1) はじめに

写真8で本橋は、昭和31年に有明大町線に施工されたローゼ橋である。

(2) 概観調査

写真9は橋脚の写真で、橋脚に亀裂が入り、剥離が進行している状態である。他にも所々亀裂が見られはしたが、さほど強度的に問題があるわけではなさそうだ。この剥離の原因として、アルカリ骨材反応、コンクリートの強度不足によるひび割れ、そして

凍結融解作用の繰り返しによるコンクリート組織のゆるみなどがかんがえられる。写真 10 は、ローゼ部分のひび割れである。

8-4 小松橋における現況調査

(1) はじめに

写真 11 で本橋は、薄川中流にかかる橋で連続 T 型橋である。

(2) 概観調査

この写真 12 は、橋脚部を示す写真である。この橋の橋脚は全部で 3 本あり中央の 1 本は川に立てられ、両側の 2 本は川沿いの土手に立てられている。中央の 1 本は川の浸食による剥離が目立ち、両側の 2 本はひび割れが目立っていた。

写真 13 は防護柵で、破損が目立ち、中の鉄筋が剥き出しになっていた。

8-5 生坂橋における現況調査

(1) はじめに

写真 14 で本橋は、昭和 4 年に大町麻績インター戸倉線に施工された単純 T 型橋である。

(2) 概観調査

写真 15 の高欄部は凍結、融解及び風化によって損傷し、放置されたままの状態、メンテナンスや補修が行われていないため防護柵が損傷したままの状態である。

8-6 豊田橋における現況調査

(1) はじめに

写真 16 は昭和 36 年に平田新橋線に建設された豊田橋である。

(2) 概観調査

写真 17 はアスファルトのひび割れの写真である。これは、並行する 2 本の道路に対して橋が斜めに架けられているため、伸縮装置も橋に対して斜めに設置することになり、それに平行してアスファルトに斜めに亀裂が生じてしまった。

写真 18 は防護柵の写真で、部分的にひどく破損していた。コンクリートは半分以上なくなっていて、中の鉄筋が剥き出しになり、そこから錆びが広がっていた。これ以上の劣化を防ぐため、早急な修復が必要とされる。



写真 6



写真 7



写真 8

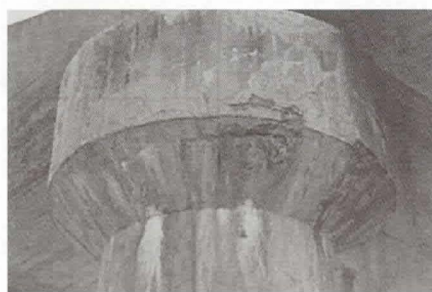


写真 9



写真 10

8-7 冷沢橋における現状調査

(1) はじめに

写真 19 は大町麻績インター戸倉線に昭和 35 年に建設された冷沢橋である。

(2) 概観調査

写真 20 の写真は伸縮装置のある所のアスファルト部である。写真 21 からも見えて分かるように橋全体のアスファルト舗装にひび割れが生じている。これは自動車などの走行によって、また伸縮作用により損傷したと考えられる。また、このアスファルト損傷部に雨水などが浸透して腐食を生じさせる恐れがある。支承にも錆びが発生していたため、この橋には改善の必要がある。

8-8 源橋における現状調査

(1) はじめに

写真 22 は昭和 41 年に惣社岡田線に建設された源橋である。

(2) 概観調査

写真 23 は橋脚の写真であり、川の浸食によりコンクリートが剥離され、粗骨材が表面化してしまっている。ひび割れが生じている所もあり、その原因として考えられることは、アルカリ骨材反応、鉄筋量の不足、コンクリート強度不足、鉄筋の膨張、腐食によってひび割れが発生し凍結融解作用の繰り返しによりコンクリート組織がゆるみ、コンクリート表面の破壊、などが考えられる。



写真 13



写真 14

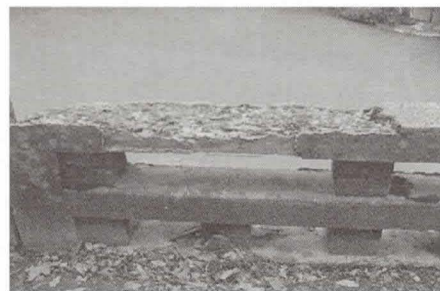


写真 15



写真 11



写真 16



写真 12



写真 17



写真 18

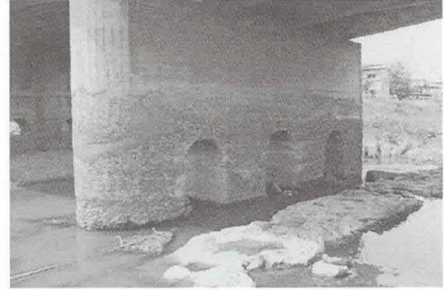


写真 23



写真 19



写真 20



写真 21



写真 22

9. 結果と考察

これらの橋梁をまとめて表1に示す。表1に示すI～IVまでの損傷度判定標準は、道路保全技術センターによる耐荷力照査実施要項に定められているもので以下に準じている。

I…損傷が著しく交通の安全確保の支障となるおそれがある。

II…損傷が大きく、詳細調査を実施し補修するかどうかの検討を行う必要がある。

III…損傷が認められ、追跡調査を行う必要がある。

IV…損傷が認められ、程度を記録する必要がある。

OK…点検の結果から、損傷は認められない。

の5項目からなる。

補修のきっかけとなる点検は目視調査で行われており、目視調査を行う人の経験などで個人差が生じ、それが調査結果として表れる可能性が大きい。

そこで現在画像処理による結果を元に補修の必要、不必要を判断する方法が新たな点検方法として使用され始めている。

長野県全体の橋梁を調査した上でデータベースを作成し、経験的に行われている補修作業の一つ一つの要素を確立させ、構造物の補修というものを体系化させることを目指していきたい。

10. 凍害実例（補足）

10-1 砂田橋における現況調査

(1) はじめに

この写真24の橋は、戸隠村の国道406号線に平成11年に竣工した砂田橋である。

(2) 概観調査

写真25, 26, 27の通り、地覆部においてコンクリートが破壊している。この原因は、凍害によるものだと考えられる。コンクリート中の自由水は凍結する際に約9%の体積膨張を起こす。体積膨張した水分は拘束され、膨張圧となって、コンクリートを破壊し、また、吸水率の大きい軟石を用いたコン

表1 損傷度判定表

整理番号	路線名	橋梁名	橋長	有効幅員	完成年月	判定														総合判定	対策工法案			
						上部			高欄	防護柵	地覆	舗装	排水装置	点検防止	基礎			伸縮装置	落橋防止					
						鋼	コンクリート	床版							鋼	コンクリート	基礎					支承		
1	148号線	松川橋	161.5	12.00	昭和54年	0	0	0	0	IV	0	IV	0	0	0	0	0	0	未	0	未	IV		
2	148号線	松沢橋	17.9	11.50	昭和56年	0	II	II	II	II	II	II	II	0	0	II	II	II	0	未	0	IV		
3	148号線	犬川橋	17.2	14.0	昭和56年	0	III	0	0	0	0	IV	未	0	0	0	0	0	0	0	未	0	III	
4	白馬岳線	二股橋	80.2	6.50	昭和60年	0	0	0	0	0	0	0	IV	0	0	0	0	未	0	0	0	IV		
5	147号線	国鉄跨線橋	51.7	20.80	昭和43年	0	0	0	0	0	0	0	IV	0	0	III	0	未	0	未	0	III		
6	白馬美麻線	犬川橋	21.7	8.75	昭和56年	0	0	0	IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	IV		
7	有明大町線	観音橋	224.4	7.00	昭和31年	0	II	0	0	0	0	0	0	0	0	II	III	IV	0	0	0	II		
8	大町明科線	旭橋	15.6	10.00	昭和45年	0	0	0	IV	0	0	0	0	0	0	0	0	未	III	0	0	III		
9	長野大町線	桑の木沢橋	15.3	7.00	昭和59年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	III	0	0	0	0	0	III		
10	扇沢大町線	鹿島大橋	150.0	9.00	昭和32年	0	0	0	IV	0	IV	0	0	0	0	0	0	未	0	0	0	IV		
11	穂高明科線	常盤橋	98.6	6.00	昭和36年	0	III	III	0	0	0	0	0	0	0	III	0	0	0	0	0	III		
12	塩尻鍋割穂高線	乳房橋	77.4	5.50	昭和09年	0	0	0	III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	II	表面補修	
13	塩尻鍋割穂高線	清水橋				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
14	143号線	大橋	21.2	8.40	昭和37年	0	0	0	IV	IV	IV	0	0	0	0	0	0	IV	0	0	0	IV		
15	143号線	大谷橋	50.8	7.50	昭和47年	IV	0	0	0	0	0	II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	II	アスファルトパッチン	
16	143号線	須沢橋	50.8	7.50	昭和47年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	IV	0	IV	0	0	0	IV		
17	143号線	刈谷原橋	68.8	7.50	昭和47年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	IV	0	IV	0	0	0	IV		
18	浅間河添線	浅間橋	66.3	15.50	昭和48年	0	III	III	0	0	0	0	IV	0	0	0	0	0	0	0	0	III	樹脂パテ工	
19	兎川寺鎌田線	中条橋	50.4	9.50	昭和39年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	未	IV	IV	0	0	0	IV		
20	兎川寺鎌田線	金華橋	68.6	8.50	昭和41年	0	0	0	0	III	IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	III	樹脂パテ工	
21	市道	小松橋				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
22	市道	逢初橋				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
23	平田新橋線	豊田橋	58.6	5.00	昭和36年	0	III	0	0	III	0	0	0	0	0	0	0	IV	IV	0	0	III		
24	松本和田線	桜橋	36.1	8.50	昭和30年	0	0	III	0	0	0	0	0	0	0	III	未	III	IV	0	0	III	樹脂パテ工	
25	市道	源橋				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
26	市道	鍛冶橋				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
27	市道	水汲橋				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
28	市道	中林橋				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
29	市道	柳橋				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
30	国道406号線	砂田橋	152.0	6.50	平成11年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		プライマー塗装	
31	丸子信州新線	坂井橋	18.8	9.80	昭和35年	0	0	0	0	0	0	IV	IV	0	0	IV	未	III	IV	0	0	III		
32	丸子信州新線	草湯橋	17.3	7.00	昭和28年	0	IV	0	0	IV	0	0	0	0	0	IV	未	IV	0	0	0	IV		
33	大町麻績インター戸倉	生坂橋	24.0	5.00	昭和04年	0	未	未	0	II	III	0	0	0	0	II	II	未	0	0	0	II	防護柵全長の補修	
34	大町麻績インター戸倉	冷沢橋	22.6	4.50	昭和35年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	IV	0	0	0	0	IV		
35	大町麻績インター戸倉	竹場橋	27.0	6.00	昭和35年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	IV	0	0	0	0	IV		
36	大町麻績インター戸倉	境無橋	17.0	6.00	昭和37年	0	III	II	0	0	0	IV	IV	0	0	0	III	IV	0	0	0	II	主桁、主構局部的修復	

クリートでは凍結時の骨材自身が膨張し、ポップアウトする。凍害に影響する要因としては、凍結融解作用を多く受ける、水分が供給されやすい、コンクリート自体の耐凍害性が低い等が挙げられる

(3) 対策

凍結融解の繰り返し作用に対するコンクリートの耐久性(耐凍害性)を向上させる方法としては

① AE剤などの空気連行剤を使用してエントレインドエアーを適正量(粗骨材の寸法に応じ3~6%程度)連行される。

② 水セメント比を小さくして緻密な組織のコンクリートにする。

③ 吸収率の小さい骨材を使用する。

この中でも特に①の空気量が最も重要となる。このエントレインドエアーの気泡は、コンクリートの効果後も残り、凍結した水分の逃げ道となり膨張圧を緩和させる。また、同一空気量であるならば気泡が小さい気泡間隔係数が小さいほうが耐凍害性は向上する。気泡間隔係数等の気泡の特性が同一の場合、水セメント比を小さくして密実した組織とすることは、コンクリートの耐凍害性を向上させる上で有効である。

コンクリートの耐凍害性を向上させる間接的な対策としては、構造物が凍結融解作用を受けないように断熱、暖房計画をする、融雪水等でコンクリートが局部的に濡れないように設計上の配慮(水切り、水勾配)をすることも重要である。



写真 24



写真 25



写真 26

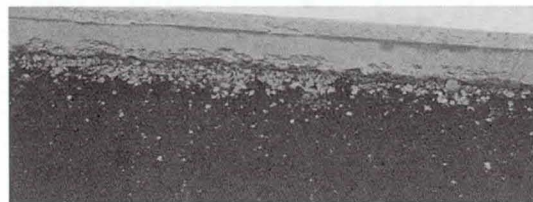


写真 27

11. 謝辞

最後に本研究は、長野県庁土木部及び市町村の関係の皆様のご協力に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) コンクリート構造物の補修ハンドブック編集委員会：コンクリート構造物の補修ハンドブック 技報堂出版
- 2) 小林一輔，丸 章夫，立松英信：アルカリ材反応の診断（コンクリート構造物の耐久性シリーズ）森北出版
- 3) 喜多 達夫：中性化（コンクリート構造物の耐久性シリーズ）技報堂出版
- 4) (財)建築業協会：コンクリートのひびわれ防止対策 鹿島出版会
- 5) 寺田 章次，森永 教夫，菊川 滋：現場技術者のための道路維持管理ポケットブック 山海堂
- 6) 砂川 幸雄：鉄筋コンクリート造の亀裂防止対策 理工学社
- 7) 泉 満明，近藤 明雅：改訂 橋梁工学（土木系大学講義シリーズ⑱）コロナ社
- 8) 三浦 尚：土木材料学（土木系大学講義シリーズ⑧）コロナ社
- 9) (株)長野技研：県単橋梁整備工事に伴う橋梁現橋調査
- 10) 小林 一輔：最新コンクリート工学 第3版（最新土木工学シリーズ9）森北出版