

東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 Tohsin-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 Tohsin-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、東信（長野県東部）地域内を対象に、長野県土木部や東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

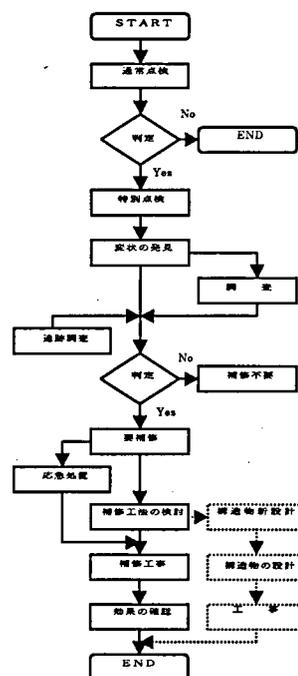


図-1 維持管理の作業手順

* 長野工業高等専門学校環境都市工学科助教
原稿受付 2000年10月31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。

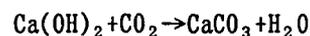
6. アルカリ骨材反応

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せ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 笠岩橋における現況調査

(1) はじめに

写真1本橋は、254号線に昭和48年に建設された、プレートガーター橋である。

(2) 概観調査

写真2は橋台部分の写真である。この橋台部の支承下を見ると、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橋台部の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、本橋では写真4に示されているように落橋防止が設置されていない。このため地震による落橋防止のため早急に設置が必要である。

8-2 潜岩橋における現況調査

(1) はじめに

写真5に示す本橋は、141号線に建設されたT型ばり橋である。

(2) 概観調査

写真6は、平成11年8月の集中豪雨の直後を写した写真である。

川から土砂や木などが橋脚に大量にぶつかり、かなり危険な状態であった。

写真7は橋台が亀裂破壊により劣化している様子である。これは老朽化とともに橋台と支承・支持コンクリートの間に隙間ができ伸縮、圧縮その他融解などで破断ひび割れが生じたと考えられる。

写真8は、防護柵を写した。本橋の防護柵は、事故などにより、破損した部分が補修されていないことや、コンクリートの老朽化が原因でいたる所にひび割れ、剥離を生じている。

8-3 小諸橋における現況調査

(1) はじめに

写真9で本橋は、昭和45年に佐久小諸線に施工されたパイ型ラーメン橋である。

(2) 概観調査

概観調査を行った当初は、補修工事が何度か行われた形跡があり、破損や欠陥箇所は無いと思われた



写真1



写真2



写真3



写真4



写真5

が、この写真 10 に写す小諸橋を詳細に観察すると、橋が傾いている事が観察された。これは、橋脚の地盤部分が施工時より、真ん中の水路をはさんで、右側の部分が、沈下を起こして橋全体が傾いている。橋の車道部を観察すると、アスファルトが何度も塗り替えられて、傾いている事が、解らなかった。しかし、写真 11 を見ると、伸縮部のずれにより、橋が確実に傾いている事が、実証された。本橋はラーメン構造なので、すぐに崩壊には到らないが、集中的に応力が生じている箇所も十分存在する可能性もあり、早急に補修工事が必要だと思われる。

その他の橋における現況調査

8-4 鼻顔橋における現況調査

(1) はじめに

写真 12 で本橋は、下仁田浅科線に昭和 7 年 11 月頃施工された連続 T 型橋である。

(2) 概観調査

この写真 13 は、高欄部を示す写真である。これは老朽化と事故により、破損しており状況が悪く、補修が必要とされる。

8-5 下産川橋における現況調査

(1) はじめに

写真 14 で本橋は、昭和 29 年に 143 号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、放置されたままになっている状態になっている。

写真 16 はアスファルト損傷部を示す写真である。中央のアスファルト損傷部は、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と推測できる。

写真 17 は高欄部を示す写真である。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 佐久橋における現況調査

(1) はじめに

写真 18 は昭和 8 年に建設された佐久橋である。

(2) 概観調査

写真 19 は上部工鋼桁を写したものである。これは構造が昭和 8 年と古いためコンクリート床版の浸透水によりさびを発生している。これは、定期的な防錆剤の塗付を行っていなかったために発生したと考えられ、早急に対策が必要と思われる。



写真 6



写真 7



写真 8



写真 9



写真 10

8-7 五加橋における現況調査

床版の剥離がかなり進んでいる、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といえる。

本橋では橋台に損傷が見られる。橋台に生じる損傷としては、ひび割れ、剥離、劣化等があるがこれはひび割れに分類される。橋台のひび割れは損傷の中で最も端的に生じる。

ひび割れが生じると本橋は比較的寒い場所なので浸透した雨水の凍結、融解作用によりひび割れ性状が発達する恐れがある。(写真 20)

8-8 赤沢橋における現状調査

写真 21 では下部コンクリートにひび割れが生じている写真である。

本橋はコンクリートの剥離、それによる鉄筋の露出がいたるところで見られ、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、剥離にいたったと考えられる。



写真 11



写真 12



写真 13



写真 14



写真 15



写真 16



写真 17

表1 橋梁点検調査表

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	点検装置	下部			支承			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					
1	佐久小諸線	小諸橋	88.7	7.0	昭和45年11月	Ⅳ	0	0	Ⅱ	0	0	0	0	0	Ⅳ	0	0	0	0	Ⅱ	Ⅱ	落橋防止装置の設置。
2	草越豊昇佐久線	広戸橋	32	4.5	昭和30年05月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ⅱ	Ⅱ	落橋防止装置の設置。
3	豊井茂沢中軽井沢停車	御堂橋	23.7	6.0	昭和44年03月	0	0	0	Ⅱ	0	0	0	0	0	0	0	0	Ⅱ	0	0	Ⅱ	
4	142号	赤沢橋	53.3	22.0	昭和53年07月	0	0	0	0	0	Ⅳ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ⅱ	
5	254号	出入沢橋	364	6.7	昭和31年04月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ⅲ	0	0	0	0	Ⅱ	Ⅱ	支承座コンクリートの打ち替え
6	下仁田浅科線	新川橋	168.6	9.0	昭和00年00月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ⅲ	0	0	Ⅱ	Ⅱ	落橋防止装置の設置。
7	丸子北御牧東部線	羽毛山橋	122.1	6.0	昭和37年10月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	
8	東部望月線	境橋	78.5	8.0	昭和48年03月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ⅲ	Ⅱ	0	0	0	Ⅱ	Ⅱ	落橋防止装置の設置。下部に基礎(その他)
9	下仁田浅科線	鼻顔橋	48	6.0	昭和07年11月	0	0	Ⅲ	Ⅳ	0	Ⅳ	0	0	0	0	0	Ⅱ	0	0	0	Ⅱ	
10	小諸中込線	乙女跨線橋	68.3	8.0	昭和48年03月	0	Ⅳ	Ⅲ	0	Ⅱ	Ⅱ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ⅱ	
11	本町中込停車場線	野沢橋	164	5.5	昭和02年03月	0	0	Ⅳ	Ⅳ	0	0	0	0	0	0	Ⅳ	Ⅱ	0	0	0	Ⅱ	
12	下仁田浅科線	中津橋	129.9	8.0	昭和45年03月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ⅳ	0	Ⅱ	0	0	Ⅱ	
13	佐久小諸線	佐久橋	260.3	5.5	昭和08年04月	0	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	0	0	0	0	0	0	Ⅲ	Ⅱ	0	0	Ⅱ	Ⅱ	橋台前壁局部的修復、橋脚柱局部的修復。
14	旧軽井沢軽井沢停車	二手橋	20.2	6.0	昭和37年03月	0	0	Ⅲ	0	0	0	Ⅳ	0	0	0	Ⅳ	0	0	0	Ⅱ	Ⅱ	全長打ち替え、落橋防止装置の設置。
15	草越豊昇佐久線	昭和橋	65.6	12.0	昭和50年06月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ⅱ	0	0	Ⅱ	
16	143号	下産川橋	36	8.6	昭和29年00月	0	0	0	0	Ⅳ	0	0	0	0	0	0	0	Ⅱ	未	0	Ⅱ	
17	塩田仁古田線	五加橋	22.5	5.5	昭和02年00月	0	0	0	0	Ⅲ	0	0	0	0	0	Ⅳ	0	Ⅱ	0	0	Ⅱ	
18	上田丸子線	秋和跨線橋	18.1	13.5	昭和46年00月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ⅱ	未	0	Ⅱ	
19	141号	醤油久保橋	52.5	3.4	昭和00年00月	0	Ⅲ	0	Ⅳ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ⅱ	
20	254号	前の沢橋	73	8.3	昭和49年03月	0	0	0	Ⅲ	0	0	0	Ⅲ	0	0	0	0	Ⅱ	0	0	Ⅱ	
21	丸子東部インター線	田中橋	97.6	9.3	昭和00年00月	0	0	Ⅱ	0	0	0	0	Ⅲ	0	0	0	0	Ⅱ	未	未	Ⅱ	落橋防止装置の設置。
22	254号	南角橋	256.9	8.3	昭和53年09月	0	0	0	Ⅱ	0	0	0	0	0	0	0	0	Ⅱ	0	未	Ⅱ	落橋防止装置の設置。
23	鹿教湯別所上田線	上産川橋	36	5.5	昭和33年12月	0	0	0	0	Ⅲ	0	Ⅳ	0	0	0	0	0	Ⅱ	未	0	Ⅱ	
24	254号	笠岩橋	128	8.3	昭和52年06月	0	0	0	Ⅱ	0	0	0	0	0	0	0	0	Ⅱ	0	未	Ⅱ	落橋防止装置の設置。
25	144号	土合橋	19.5	8.0	昭和37年09月	0	0	0	0	0	0	0	Ⅲ	0	0	Ⅳ	0	0	0	0	Ⅲ	
26	佐久小諸線	潜岩橋	20	8.2	昭和00年00月	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ⅱ	0	0	0	0	Ⅱ	Ⅱ	
27	丸子信州新線	沓掛橋	18	5.5	昭和00年00月	0	0	0	Ⅱ	Ⅲ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ⅱ	
28	真田東部線	真田橋	66	8.0	昭和44年08月	0	0	未	0	0	0	Ⅱ	Ⅲ	0	0	Ⅲ	0	0	0	0	Ⅱ	

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. 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⑧） 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



写真 18



写真 19



写真 20



写真 21