

塩害を受ける耐候性鋼板を使用した橋梁の調査研究*

永藤壽宮*¹・小林和史*²

The Research Of The Bridge Used The Weatherproof Steel.Damaged By Salt

NAGATO Toshimiya and KOBAYASHI Kazusi

Weatherproof steel plate bridge is originally said not to receive damage the weatherproof steel plate bridge by stable rust.

But the example which a weatherproof steel bridge caught the damage by melting snow agent was outstanding recently.

Therefore, in this paper, we research some examples of actual bridges with the rust of damage due to deicing salt in snowy and cold Nagano region.

We investigated degree of the damage in the weatherproof steel plate in a bridge in

キーワード：耐候性鋼板，塩害，融雪剤

1. 緒 言

積雪寒冷地では、昭和 50 年代からスパイクタイヤによる粉じんが社会問題となり、平成 2 年に法律が施行されスパイクタイヤの使用が規制された。これに伴い、冬期路面制御のため、融雪剤の使用量が急増した。

しかし、これら塩化物を含んだ融雪剤が、コンクリートでは、表面がフレーク状に剥がれる凍害劣化(スケールング)を著しく促進させることで知られ、構造物の美観、かぶりコンクリートの品質低下が懸念されている。

耐候性鋼板が海岸近傍部で、安定錆ではない腐食錆すなわち積層錆を発生させていることは、問題となり多く紹介されている。また融雪剤による影響もいくつかの研究報告がある。

2. 研究概要

本研究は長野県内の長野県所轄の耐候性鋼板を使用した橋梁を対象として、融雪剤による影響を調査しその現状を明らかにすることを目的としている。

* 2010 年 3 月 1 日土木学会中部支部で口頭発表

*1 環境都市工学科教授

*2 宮地鐵工株式会社

原稿受付 2010 年 5 月 20 日

3. 橋梁における三大損傷

三大損傷とは、疲労、塩害、アルカリ骨材反応を言い、放置することにより劣化が進行し、橋梁の安全性に影響を及ぼす可能性のある橋梁の劣化要因。

3-1 疲労

疲労は、重交通による繰り返し荷重により疲労が累積され、鋼部材であれば亀裂が生じ、RC 床版であればひび割れが生じる損傷である。鋼部材の疲労亀裂は、進展すると部材が破断に至る危険性があるとともに、RC 床版のひび割れは進展すると抜け落ちが生じる危険性がある。

3-2 アルカリ骨材反応

アルカリ骨材反応は、コンクリートの骨材に反応性の鉱物が含まれていた場合、コンクリート中のアルカリ性の水分と反応し、骨材が異常膨張して亀甲状のひび割れが生じる損傷である。アルカリ骨材反応が進展すると、コンクリートの膨張とそれに伴うひび割れが進展し、鉄筋の降伏や破断に至る危険性がある。

3-3 塩害

塩害とは、鋼材の腐食が塩化物イオン(Cl⁻)の存在により促進され、腐食錆が生成にひび割れや剥離を引き起す。

また鋼材の断面減少などを伴うことにより、構造物の性能が低下し構造物が所定の機能を果たすことが出来なくなることである。

この塩害には、大きく三つの原因が上げられる。一

つは海水によるもの、もう一つはコンクリート床版製造時の外部からの供給、そして図1に示すような融雪剤によるものである。

融雪剤として使用される物質として一番に上げられるのが塩化カルシウムや塩化ナトリウムである。

その中でも近年、使用を特に増大しているのが、いわゆる塩化ナトリウムの食塩である。

これまで融雪剤は、構造物の劣化が顕在化していないが、耐候性鋼板のメンテナンスフリーの利便性から塗装できない箇所に設置されることが多く、将来塩害による断面損傷などを引き起こす危険性は十分にあるといえる。

4. 一般橋梁における塩害の状況

4-1 神田川橋

図2に示す長野インターチェンジ～松代パーキングエリアまでに架かる神田川橋を例にとって、一般橋梁における（耐候性鋼板を使用していない橋梁）融雪剤による塩害について、示す。

この橋梁は上り線と下り線が隣接しており、冬季の時期は毎日の凍結防止剤を散布しており、散布された融雪剤（塩化カルシウム）が道路の脇から飛散し図3に示すように下フランジや接合部など錆させている。

図4に示すように、ボルト接合部に腐食とひび割れが発生させている。

5. 種々の耐候性鋼板

5-1 耐候性鋼板

普通鋼材での橋梁は塗装して防錆するが、腐食による再塗装を繰り返す必要がある。再塗装は都度足場組みや重機が必要となり、また交通量や、架設場所の条件により困難な場合も多く、時間とコストを必要としている。

しかし、耐候性鋼は、鋼表面に保護性錆を形成するように設計された低鉄合金鋼である。

塗装せずにそのまま使用してもあまり錆びず、またその錆が比較的緻密で、内部まで腐蝕されないような鋼材である。そのため耐候性鋼は、適切な管理をすれば無塗装で使用できるので、メンテナンス費や塗装費を低減できる為コストの削減ができる。

しかし現状は設場所が海岸の他、山間部で凍結防止剤を使用するような場所では、塩分により耐候性鋼といえども期待通りの効果が得られず腐食が進行してしまう。

そういった場所でも飛来塩分による錆の進行を



図1 耐候性鋼板損傷状況



図2 神田川橋



図3 下フランジ損傷状況



図4 ボルト接合部腐食状況

表 1 橋梁調査結果一覧

橋梁名	施工年度	被害有・無	構造	被害状況(原因)
アルプス大橋	H19	有	箱桁	錆び(凍結防止剤の散布)
△長野IC付近はし		有	橋	腐食・錆(凍結防止の散布・エンカルを含んだ漏水)
もみじ橋	H11	?	鋳桁	アルカリ骨材反応
猿飛橋	H13	?	鋳桁	
鎌田橋	H11	有	鋳桁	錆・劣化
金箱大橋	H7	無	鋳桁	
五位野	H8	無	鋳桁	
御堂島橋		有	鋳桁	錆(凍結防止剤の散布)
両境橋	H9	?	非合成鋼	劣化
高専付近		無	鋳桁	
茂官袖橋	H15	有	箱桁	劣化(凍結防止剤の散布)
小屋坂大橋	S62	有	鋳桁	排水からの錆(凍結防止の散布・エンカルを含んだ漏水)
新布施川橋	H16	有	鋳桁・箱桁	錆(凍結防止剤の散布)
瀬開橋	H3	有	鋳桁	だ漏水)
仙仁大橋	H15	有	鋳桁	錆(凍結防止剤の散布)
浅蓼大橋	H12	有	鋳桁	伝達水による錆(エンカルを含んだ漏水)
村山橋	H16	有	トラス+径	錆(凍結防止剤の散布)
太年寺橋	S63	無	鋳桁	
樽川橋	H11	?	鋳桁	
地獄滝橋	H10	有	成鋼鋳桁	錆・劣化(凍結防止の散布・エンカルを含んだ漏水)
中込大橋	I2	有	鋳桁	東側伝達水による錆(エンカルを含んだ漏水)
田頭新橋		無	鋳桁	
八木沢橋	S60	無	鋳桁	
平瀬橋	H12	有	斜張箱桁	排水からの錆(凍結防止の散布・エンカルを含んだ漏水)
湧玉川橋	H3	無	鋳桁	
六月こ線大橋	H13	有	合成桁	劣化
和田塾橋	H11	無	箱桁	一部塗装有
坂中2号線	H12	無	続鋳桁	
小谷温泉大橋	H11	無	合成桁	
十二橋	H8	無	箱桁	
美会橋	H2	有	鋳桁	錆・劣化(凍結防止の散布・エンカルを含んだ漏水)
青木橋	H3	有	鋳桁	錆(凍結防止剤の散布)
大野橋	H3	有	合成鋳桁	錆(凍結防止剤の散布)
坊平橋	H8	有	箱桁	排水からの錆(凍結防止の散布・エンカルを含んだ漏水)
温泉橋	H10	無	成箱桁橋	
水掛橋	H8	無	合成曲線	
小谷大橋	H12	無	鋼箱桁	
土合橋	S56	有	鋼桁合成	錆・床版のひび割れ(エンカルを含んだ漏水)一部補修
中島橋	H13	有	成鋳桁	錆・(凍結防止の散布・エンカルを含んだ漏水)
鳥居川橋	H8	有	非合成鋼	錆・劣化(凍結防止の散布・エンカルを含んだ漏水)
立山橋	H5	無	路	
川尻橋	H5	無	鋼桁合成	
久米子橋	H8	無	成鋳桁	一部塗装有
竹生橋	H2	無	重合成鋳	
菅平1号橋	H6	有	鋳桁	腐食・錆(凍結防止の散布・エンカルを含んだ漏水)
修那羅橋	H4	無	鋳桁	
宮測橋	H5	有	桁	排水からの錆(凍結防止の散布・エンカルを含んだ漏水)
松代付近		有	高速度路橋	腐食・錆(凍結防止の散布・エンカルを含んだ漏水)

抑え、無塗装で使用が可能な海浜耐候性鋼（高Ni系耐候性鋼）という新しい鋼材の使用が増えている現状である。

5-2 海浜耐候性鋼

Ni 3%添加，Cr無添加とすることで，塩分飛来量 $1 \cdot 30 \text{mm d}$ 以下と従来の10倍を超える環境に耐えられる。緻密な非品質さびである2層構造の内層でNiが濃化することで，塩素イオンの浸透を抑えるメカニズムである。

長野県内での耐候性鋼板橋のほとんどは，海浜耐候性鋼ではない。

6. 耐候性鋼板の橋梁の調査結果

調査結果として各地域の耐候性鋼板の調査し50箇所調査を実施した。その結果を表1に示す。

調査から判明したことは橋梁の付近では多くの融雪剤の散布による飛散および，それを含む融雪水の排水の問題が原因と思われる。

塩による影響が有るのは全50橋中25橋その中でも影響が大きいと思われる12橋であった。

それらの損傷を受けている数橋の橋梁の例をあげる。

6-1 地震滝橋

信濃町杉野沢黒姫線に架設されている地震滝橋について示す。

図5に示すのは，橋の北西側の下フランジである。それに対し図6に示すのは橋の南東側の同じく下フランジである。

この図2つの左右を比較するとまったく違う損傷状況となっている。

また図7は，損傷のある方の床版下部の排水工部分である。排水工からの漏水が腐食の原因となっていることが観察できる。

次に図8では，支点付近での損傷状況を示している。伸縮継ぎ手からの漏水がウェブやフランジに波及し，下フランジ下面にも腐食の影響を及ぼしていることが観察された。

6-2 平瀬橋

松本市国道147号線に架設されている平瀬橋の図9に示す。

図10は松本市側，図11は上田市側の排水工を望む。排水工が腐食し手居ることが観察される。

図11も同様で図12は，床桁の浸透水が，漏水となって横構を腐食させたものを示している。

6-3 新布施川橋

図14は，融雪剤の飛沫が飛来し，ウェブに腐食を与えていることを示している。



図5 地震滝橋北西側

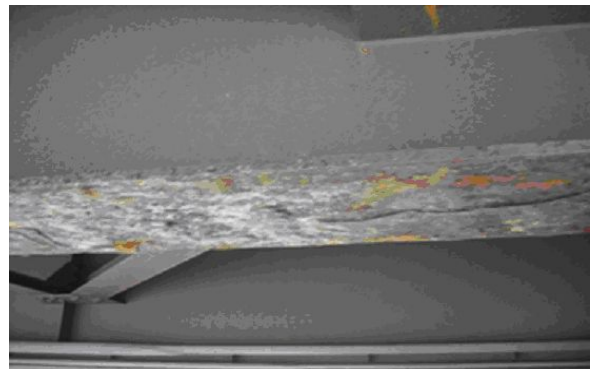


図6 地震滝橋南東側



図7 地震滝橋排水工の真下



図8 地震滝橋支点近傍



図9 平瀬橋



図13 平瀬橋横構の腐食



図10 平瀬橋松本市側



図14 新布施川橋のウェブ



図11 平瀬橋上田市側



図15 新布施川橋の床桁



図12 排水工周りの腐食



図16 新布施川橋の縦桁

図15は床桁,図16は縦桁の腐食損傷を示している。

7. 結論

長野県内 50 橋の耐候性鋼板を使用した橋梁を調査し, 損傷の原因の割合を図17に示す。

長野県の凍結防止材の散布量は年間で 18000 tf (ただしこの数字は県が把握している分であり実際はその4~5倍)もの散布量で,これは長野県の道路は,雪が降り積もるよりも解けて冷え込むため凍結しやすく,全国の中でも一番多い散布量となっている。

比較例として新潟県では 14000tf, 青森県で 11000tf, 秋田県, 北海道では 9500tf である。

その中で,長野市 3000tf と松本市 2500tf で,この地域には主要道路が多く通っているため県の年間散布量の約 1/3 を占めているので塩害の影響が大きい。したがって凍結防止材の塩害による影響は他地域と比べ群を抜いて大きく,特に顕著に被害あった12箇所の橋梁の約7割を占めていた。

同じ環境条件,設計の橋梁などひとつとして存在しない。橋梁は塩害による劣化だけでなく日々変わる環境のもと劣化は進行しており,点検が遅れば重大な被害へとつながってしまう。したがって点検と委託・点検の区分の設定,点検ボランティアによる

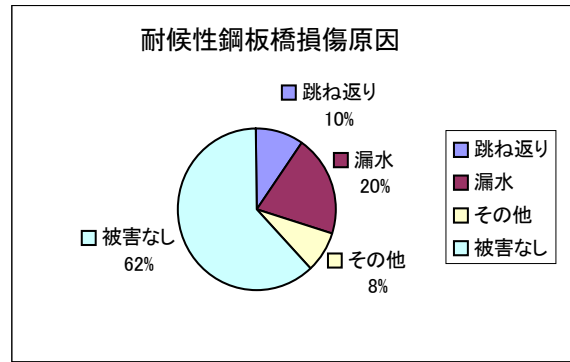


図17 損傷原因

点検援助の可能性の検討が必要となる。

県道, 国道中心で調査してきたが市町村道において, 更に厳しい状況が存在している。長野県の対策である, かぶり厚の増加のみならず他の指針の導入することが必要となってきている。

参考文献

- 1) 小林和史, 春原俊明, 永藤壽宮: 橋梁に対する塩害の課題, 平成 21 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp5-6 (2010.3) -
- 2) 飯塚紀幾, 師田まなみ, 永藤壽宮: GIS による橋梁管理システムの構築, 平成 21 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp1-2 (2010.3)