

コンクリート床版の土砂化の原因に関する一考察

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋 ㈱ フェロー ○梅原 秀哲

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋 ㈱ 正会員 鳥居 和之

1. はじめに

道路橋におけるコンクリート床版は、車の荷重を直接支える最重要部材である。特にコンクリート床版の抜落ちは車の事故に直結するだけでなく、損傷箇所の補修は通行規制などの社会的損失を招く。

コンクリート床版の抜落ちには2つの原因が考えられる。1つは、床版の疲労である。大型車の輪荷重の繰返し走行によるもので、一方向のひび割れに始まり、二方向へ拡大、さらにひび割れが網細化し、最終的に押抜きせん断力により床版が抜け落ちる。特に床版上部から水が浸透すると、ひび割れが上下方向に進展しやすくなり、疲労寿命が極端に低下するとされている¹⁾。もう1つは、床版の土砂化（砂利化とも言う）である。床版上縁側のコンクリートのセメントペースト部分が消失して砂利のように粒状化し、かつ泥状物質が多量に混入した状態になる現象で、凍結防止剤を散布する寒冷地での事例が多いと言われている²⁾。しかし、床版の土砂化については、多くの研究がなされているが、よくわかっていないのが現状である。そこで、ここではコンクリート床版の土砂化に焦点を当てて、その原因について述べることにする。

2. 土砂化によるコンクリート床版の抜落ち

土砂化によるコンクリート床版の抜落ちは、以下のようにして生じると言われている²⁾。まず、アスファルト舗装面に網の目状のひび割れが生じる。（多くの場合ひび割れから泥水がにじみ出た形跡がある）次に、アスファルト舗装面にポットホールと呼ばれるくぼみが生じる。このアスファルトをはがすと、舗装下のコンクリートは土砂化しており、くぼみがあり水がたまった形跡がある。一方、コンクリート床版下面は、床版上面からの水が貫通浸透することにより、ひび割れからの漏水や薄く広がった遊離石灰が生じる。さらに、浸透水により鉄筋が腐食し、かぶりコンクリートがはく落する。

土砂化によるコンクリート床版の抜落ちの原因として、以下の3つが考えられている。

①上載荷重の繰返し（疲労）、②凍害（凍結融解の繰返し）、③塩害（凍結防止剤から供給される塩分）

しかし、土砂化したコンクリート内に、セメント水和物である水酸化カルシウムが検出されなかったという報告がある³⁾。疲労によるすり減りや凍結融解の繰返し等の物理的作用ではセメント水和物は残るため、何らかの化学的作用により土砂化が生じたものと考えられる。

3. PC箱桁橋における箱桁内コンクリート下床版の土砂化

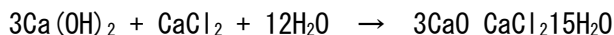
1998年（平成10年）に、T高架橋のP4～P5間のPC箱桁内下床版部下面で、遊離石灰を伴うひび割れや鉄筋露出箇所が数多く発見された。T高架橋は、1972年（昭和47年）に供用開始した図-1に示すような断面で、橋長約150m+100mの5径間+3径間のPC連続箱桁橋であり、縦断勾配=1.7%（横断勾配10%）の曲線橋（R=250）である。写真-1に示すように、橋面排水の排水管（鉄管）を箱桁内に引き込んだ構造で、排水管継目部で漏水が発生し、縦断勾配上、最もP5橋脚側は低い位置にあたるため、その漏水がP4～P5間の箱桁内下床版部に溜まってしまう状態であった。水が溜まった部分では、写真-2、3に示すようにその下のコンクリートが土砂化し、床版下面では鉄筋が露出していた。

この土砂化の特徴は、土砂化の生じた場所が箱桁内のコンクリート下床版上面であり、輪荷重は直接的に床版に作用していない。PC箱桁橋は凍害が発生する環境にはないが、勾配が急なため、冬期に融雪剤をまく環境にあった。当時の融雪剤は塩化カルシウムであり、1983年（昭和58年）頃から凍結防止剤として塩化ナトリウムが増え始めたと言われている。排水管が錆びて膨張し、継目部の塩ビ管が割れて漏水した塩化カ

キーワード PC箱桁橋、コンクリート床版、土砂化、凍結防止剤、塩化カルシウム

連絡先 〒460-0003 名古屋市中区錦1-8-11 DPスクエア錦 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋㈱ TEL 052-212-4551

ルシウムが、毎年箱桁内のコンクリート下床版上に溜まり、濃度が高くなって化学反応が生じたものと思われる。なお、塩化カルシウムは高濃度の場合、セメント水和物である水酸化カルシウムと反応すると言われている³⁾。一方、塩化ナトリウムは水酸化カルシウムとほとんど反応しない。



この化学反応式からわかるように、水酸化カルシウムが塩化カルシウムと反応し、 $3\text{CaO} \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$ で表される複塩が生成されてコンクリートは膨張し、激しいスケーリングを生じて劣化し土砂化したものと考えられる。そのため、排水管からの漏水は、下床版下側の鉄筋まで到達し、鉄筋を腐食させるとともに、反応しなかった水酸化カルシウムは水に溶けて、床版下面のひび割れ部から遊離石灰として析出したと考えられる。

4. まとめ

T高架橋 PC 箱桁下床版部のコンクリートの土砂化から以下のことが明らかとなった。

土砂化は、大型車の輪荷重の繰返し走行による疲労ではなく、融雪剤の塩化カルシウムがセメント水和物である水酸化カルシウムと反応し、 $3\text{CaO} \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$ で表される複塩が生成されて、水酸化カルシウムがコンクリート表面から内部に向けて消失したことが原因と思われる。砂と砂利の接着剤の役目をするセメント水和物が消失することによって土砂化が生じ、コンクリート床版の表面から深さ方向に徐々に強度がなくなるため、床版は抜落ちの可能性が高くなる。昭和 58 年頃から凍結防止剤として塩化ナトリウムの使用量が徐々に増加し、現在はほとんどが塩化ナトリウムである。したがって、塩化カルシウムに起因する新たな土砂化の出現はないと思われる。しかし、現在土砂化している箇所については、過去に塩化カルシウムを融雪剤として使用したかを調査し、使用していた場合は抜落ちの可能性が高いため、早急に補修することが重要である。

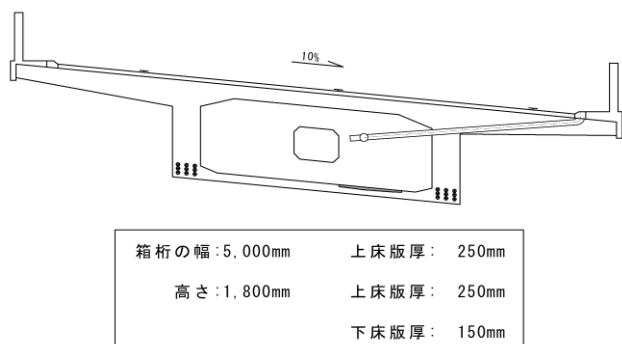


図-1 T高架橋横断面図



写真-1 排水管和箱桁内下床版の土砂化



写真-2 土砂化したコンクリートの試料



写真-3 箱桁下床版下面の状態

参考文献

- 1) 松井繁之：移動荷重を受ける道路橋 RC 床版の疲労強度と水の影響について、JCI 年次論文報告集、Vol. 9、No. 2、pp627～632、1987
- 2) 藤原英之：道路橋コンクリート床版の「土砂化」に関する調査報告、J-BEC レポート、一般財団法人橋梁調査会、Vol. 10、pp11～17、2014
- 3) 森 寛晃他：塩化カルシウム溶液による各種セメント硬化体の劣化、セメントコンクリート論文集、Vol. 66、pp79～86、2012