

塩害を受けている PCT 桁橋間詰床版への電気防食工法の適用性検討

中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株)

中日本高速道路(株) (H29 年 4 月～(株)高速道路総合技術研究所)

住友大阪セメント(株)

正会員 ○松本 昌也

非会員 萩原 幹

フェロー 峰松 敏和

1. はじめに

本論文は、これまでに事例の無い PCT 桁間詰床版の下面から床版上側鉄筋を電気防食する工法について、適用性試験を実施した結果を述べるものである。

近年、寒冷地の凍結防止剤散布量の多い道路橋床版での塩害劣化が進んでおり、PCT 桁橋においても特に間詰床版上面、また部分的ではあるが T 桁の間詰との境界部での劣化が著しい。PC 鋼材が配置された間詰床版には打換工の適用が難しく、電気防食工法の適用性を検討する必要性が生じた。ここで高速道路橋の維持管理性・施工性を考慮すると、陽極は床版下面に設置することが望ましい。陽極から離れた上側鉄筋に対し、防食基準(100mV シフト)を満足するように通電することが必要となる。

2. 試験施工条件

(1) 対象橋梁の床版変状状況

対象橋梁で写真 1 に示す変状が確認されている。

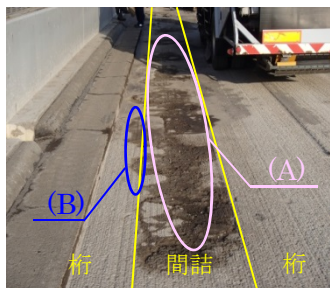


写真 1 床版上面の変状

(A)間詰床版上面の劣化、上側鉄筋の腐食
※間詰床版上側鉄筋位置の塩化物含有量: 4.48kg/m³
(B)境界付近桁上フランジの劣化
コンクリート設計基準強度
桁 : $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
間詰 : $\sigma_{ck}=35\text{N/mm}^2$

(2) 試験箇所の選定

試験箇所は、(1)に示す変状箇所近傍の床版コンクリート(上面・下面)が健全な箇所で行った。なお、照合電極を設置した鉄筋は腐食しておらず、上側鉄筋位置の塩化物含有量は 0.59kg/m³であった。また、陽極を設置した床版下面の電気抵抗値は 140000Ω・cm であった。



写真 2 試験箇所の床版状況

(3) 試験計画条件

1)陽極に過大な電流を流すと、陽極被覆材に損傷が生じたり、陽極の耐久性に影響を及ぼしたりする恐れがあることから、通電量は 20mA/m² を上限とする。

2)適用する電気防食方式は、施工性と躯体との一体性及び耐久性を考慮し、チタンリボンメッシュを用いた線状陽極方式とする。

(4) 陽極配置の工夫と防食期待範囲

本試験施工の防食対象は上側鉄筋であり、これを対象として防食基準を満足する電位差 100mV を得ること(100mV シフト)が必要となる。そこで陽極配置は、道路橋の桁部材で多く採用されている 250mm 間隔よりも密な配置とし、内部鋼材の配置間隔と干渉しない 150mm 間隔を採用した。

また、隣接する桁の境界付近においても床版上面の劣化が確認されており、境界付近の鉄筋の防食を目的に、片方の桁にも陽極を設置し、陽極を設置していない桁との防食効果の差を確認することとした。

(5) 防食効果の確認方法

防食効果の確認点(照合電極)は、間詰上側鉄筋(照合電極 A)、間詰下側鉄筋(照合電極 B)、桁上側鉄筋(照合電極 C、D)の計 4 点とした。

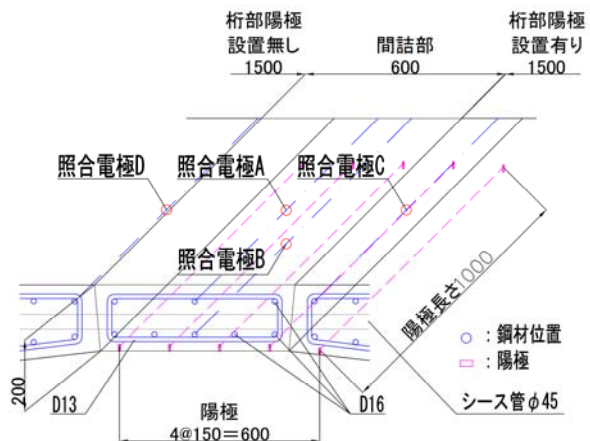


図 1 試験施工概要図

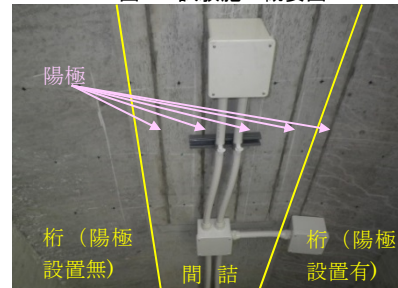


写真 3 試験機器設置状況

防食効果の確認は、通電量を 0.1mA/m² から 20mA/m² 間で徐々に上げて、分極量試験より確認す

ること及び復極量試験を1ヶ月ごとに実施し確認することより行った。

なお、試験期間は腐食反応が活発な夏季を含む6月～10月に設定した。

3. 試験結果

(1) 防食効果の確認で得られた分極量・復極量

本試験で得られた分極量・復極量を表1及び図2に示す。本試験時の陽極配置及び通電量では、表1の照合電極Aに示す通り、設置直後の分極量試験と1回目・2回目の復極量試験では、防食基準を満足できなかった(7月26日の照合電極Aの復極量73mV)。

表1 復極量の推移

測定箇所	通電量	分極量(mV)	復極量(mV)			
		6月22日 22℃	7月26日 26℃	10月4日 21℃	10月26日 13℃	
照合電極A	20mA/m ²	60	73	87	112	
照合電極B		217	226	213	204	
照合電極C		58	72	98	147	
照合電極D		11	22	28	39	

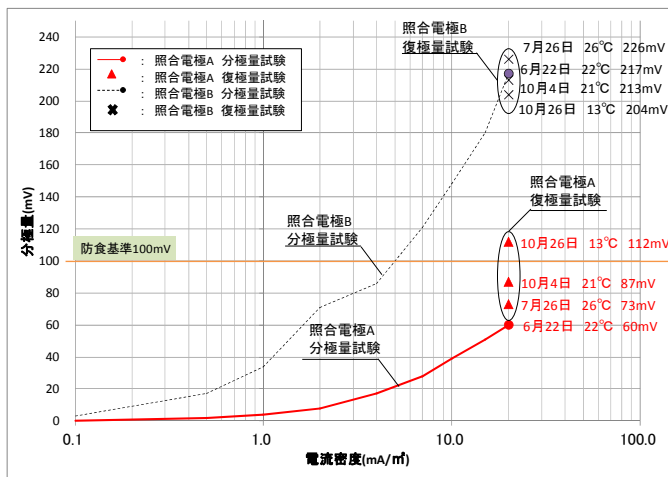


図2 間詰床版の防食効果の推移

(2) 試験結果の考察

試験結果より以下のことが読み取れる。

- 図2より、分極量試験結果では、下側鉄筋は5mA/m²の通電量で防食基準100mVを満足するが、距離がある上側鉄筋では20mA/m²の通電量でも60mVであり、防食基準を満足できなかった。
- 表1の照合電極A,C,Dより6月22日から10月26日の結果を比較すると、電位差が大きくなっており、継続通電により防食効果が向上したことを確認した。
- 表1照合電極C,Dより、桁の間詰境界部付近の鉄筋の防食の可能性を検討した結果、陽極を設置した側に比べ陽極を設置しなかった側の防食効果は30%程度であり、間詰部のみの設置では効果が得られないことを確認した。

(3) 防食基準を満足できなかった理由の推測

防食基準を満足できなかった理由として以下が推測される。

- 本試験箇所は2(2)に示した通り電気抵抗値が大きく、コンクリート性状により防食基準を満足できなかったことが考えられる。
- 陽極から上側鉄筋までの離隔がコンクリートを介して大きいことから、継続通電の効果が早期に発現しなかった可能性がある。
- 鉄筋が腐食している場合には、腐食反応が活発化する夏季において、100mVの電位差を得るための条件が厳しくなる可能性がある。

4. 陽極配置改善による電気防食工法の適用

本試験施工では6月～10月初旬において防食基準を満足する復極量は得られなかったが、継続通電の効果等により、床版下面からの電気防食工法を実橋に適用できる可能性を見出した。

実橋ではコンクリート打設時の初期強度やその後の劣化進行によるコンクリート性状の変化により、電気抵抗値は各々の場所で大きく異なることが想定される。したがって、本試験で行ったように150mm間隔の陽極配置で通電を行った場合、防食基準100mVを満足しないことも考えられるため、より確実な効果を得るために陽極配置に工夫を加える必要がある。

防食基準を満足する電位差を得る手法として、過去の実績では線状陽極を100mm間隔で施工を行った例があるが、対象数量が多い場合には施工費やランニングコストが高くなる。そこで同形式・同寸法の橋梁が多い高速道路橋においては、線状陽極を150mm間隔に設置するなどの基本的な配置を計画したうえで、施工時の分極量試験で防食基準を満足しなかった場合には、不足分を補うために点状陽極を追加することにより、確実かつ効率的な電気防食を行うことが可能になると考える。

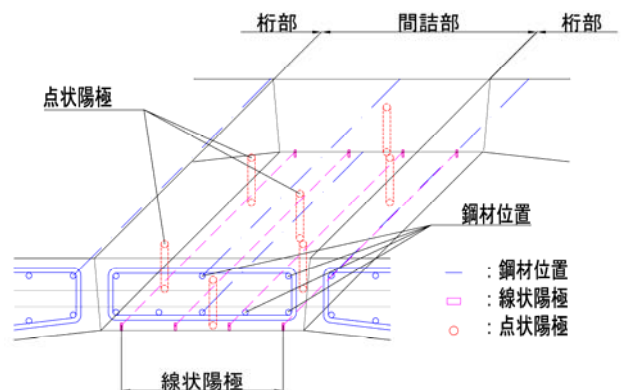


図3 線状陽極と点状陽極の併用

【参考文献】

- 土木学会，電気化学的防食工法設計施工指針（案） 平成13年