

水に着目した既設構造物の維持管理手法の検討

中日本高速道路（株） 正会員 ○矢吹 太一
中日本高速技術マーケティング（株） 正会員 稲熊 唯史
中日本高速道路（株） 尾高 寛信

1. はじめに

コンクリート構造物の鋼材腐食に関する照査は、これまで中性化深さが照査指標として用いられてきたが、近年、水掛りが少ない箇所では中性化の進行にも関わらず、鋼材腐食が進行しておらず、鋼材に達する水の量が鋼材腐食に大きく影響することが明らかとなっている。そのため、既設コンクリート構造物の合理的な維持管理には、コンクリート構造物の水分浸透速度および水掛りの程度を把握し、鋼材に達する水の量を中性化深さに代わる照査指標として用いることが重要と考えられる。

既設コンクリート構造物の水分浸透速度を測定する試験方法の一つとして新設構造物の設計時に必要となる特性値の設定に用いられる「短期の水掛かりを受けるコンクリート中の水分浸透速度係数試験方法（案）（JSCE-G582-2018）」（以下、G582）を応用した方法（以下、G582 改良法）¹⁾ が考えられるが、既設構造物からコアを9本採取する破壊検査である。

そこで、破壊検査が困難な場合や調査の効率性から、非破壊試験（トレント法、SWAT 法）による間接的な評価の適用の可能性について検討を行った。

また、既設コンクリート構造物の水掛けについては、構造物の形状や立地から部位ごとに降雨や漏水による水掛け量、日射・風とおしによる乾湿の程度などが異なる。そのため、各構造物の部位ごとに水掛け環境の条件設定を行うことが合理的な維持管理を行う上で必要になるが、確立された水掛けの条件設定はない。

そこで、既設構造物の部位ごとにセンサを設置し、水掛けあるいはコンクリート表面の湿潤状態について、それぞれ約2～4か月間の経時計測を行い、水掛け環境の条件設定について検討を行った。

2. 既設コンクリート構造物の水分浸透速度を測定する非破壊試験方法

今回、水分浸透速度係数に相関があると考えられる指標を測定する非破壊試験方法として、表面吸水試験（以下、SWAT 法）と表層透気試験（以下、トレント法）に着目した。SWAT 法は表面吸水速度（ $\text{ml/m}^2/\text{s}$ ）、トレント法は透気係数（ 10^{-16} m^2 ）を測定するものであり、水分浸透速度係数を間接的に評価することが可能か検討を行った。

比較対象とする既設コンクリート中の水分浸透速度係数の評価には、前述の 新設構造物で用いられる G582 を既設構造物に応用した方法を用いた。この応用方法は、既設構造物から採取したコアを用い、水分浸透速度係数（ $\text{mm}/\sqrt{\text{hr}}$ ）を直接測定する方法である。

検討においては、供用後54年が経過した東名高速道路にあるS高架橋およびO高架橋の2橋の橋台でSWAT法、トレント法、G582改良法を同一箇所測定し、比較を行った。

水分浸透速度係数と表面吸水速度及び透気係数の関係を図-1、2に示す。O高架橋では、水分浸透速度係数が非常に小さく、表面吸水速度、透気係数との相関は検討できる範囲になかった。また、S高架橋においても、明確な相関は得られなかった。本検討における対象構造物の圧縮強度は50～58 N/mm^2 と高強度であり、検討範囲がコンクリートの密実性の狭い領域に限定されたため、明確な傾向が確認できなかった可能性がある。今後は、コンクリート強度など密実性の範囲を拡大し、より多くのサンプル数で相関関係を検討する必要があると考えられる。

キーワード 水分浸透、水掛け、非破壊検査、トレント法、SWAT 法、雨

連絡先 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦 2-18-19

中日本高速道路（株） TEL052-222-1620

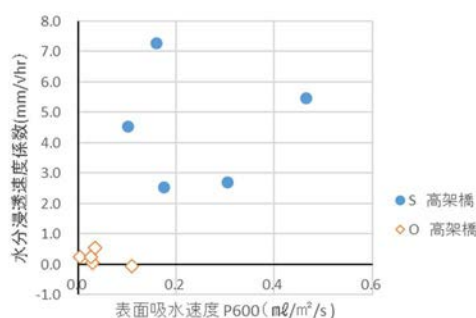


図-1 水分浸透速度係数と表面吸水速度の相関

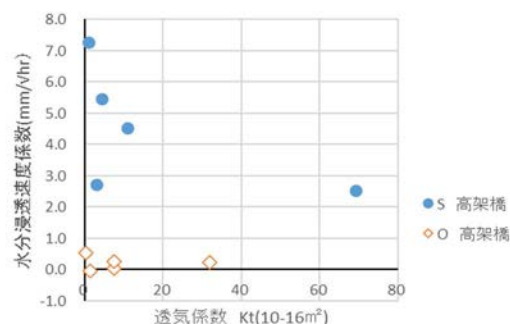


図-2 水分浸透速度係数と透気係数の相関

3. 既設構造物における水掛り調査

既設構造物のコンクリート表面の水掛りや湿潤状態を経時的に、かつ長期に計測することを目的として、静岡県内の東名高速道路にある橋台（以下、T 橋台）と、単純桁高架橋のジョイント部直下の門型橋脚（以下、N 橋脚）において、熱電対センサを設置し、計測を行った。また、直接的に降雨を受ける、あるいは反対に直接降雨を受けにくい予想される部位、漏水跡や構造物の形状から漏水経路となると予想される部位や、日射の影響を考慮してそれぞれの構造物にセンサを設置した。図-3 に T 橋台の形状およびセンサ配置を示す。また、T 橋台での、110 日間の経時計測結果を図-42) に示す。

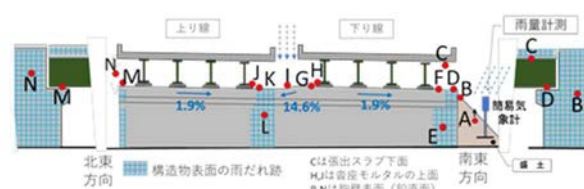


図-3 降雨および測点の湿潤継続時間の評価 (T 橋台)

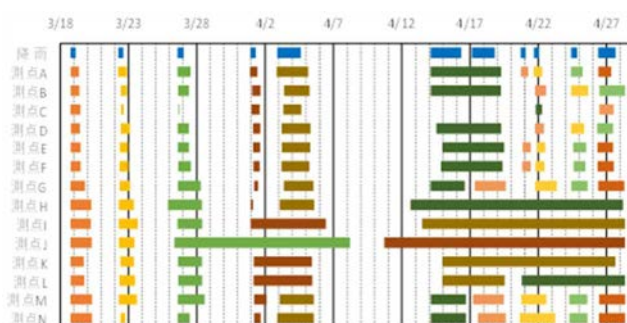


図-4 T 橋台の湿潤計測時間 (一部期間)

最上段の降雨は、1 分間雨量から評価した降雨継続時間を示している。上下線間で中央分離帯付近の橋台天端上面の測点 G~K は、他の測点と比べて降雨終了後も湿潤時間が長時間継続しており、降雨終了後に次の降雨までに乾燥せず、水掛りまたは湿潤状態が継続する場合がある。これは漏水による雨水の流入量が多いこと、直接日射を受けない部位であり、構造上、風通しが悪い部位であることが関係していると予想される。

測点 C は、張出スラブ下面に設置した測点で、降雨時においても湿潤継続時間が短く、降雨量が少ない場合は水の回込みがなく湿潤しない場合があり、水掛り回数も少ない。

4. まとめ

既設構造物の水分浸透速度を把握する非破壊検査の導入を目的とし、SWAT 法による表面吸水速度とトレント法による透気係数から水分浸透速度係数との相関性の確認を行ったが、構造物の密実性が限定された範囲での検討となったため、明確な相関性は得られなかった。今後は、より幅広い密実性での構造物を対象とし、検討することが必要である。

既設構造物における水掛り調査では、部位によって湿潤継続時間が異なることをデータにより定量的に把握できたが分かった。今後、既設構造物の部位ごとに水分浸透速度および水掛りの環境から劣化予測を行うことで、部位ごとに劣化対策を選択することができるようになり、合理的な維持管理方法が可能となることが期待される。

参考文献

- 1) 矢吹太一, 稲熊唯史, 上野敦, 蔵重勲, 上東泰: コンクリート中への水分浸透評価とその活用に関する研究小委員会 (362 委員会) 成果報告書およびシンポジウム講演概要集、2022 年 11 月、pp249-254
- 2) 稲熊唯史, 矢吹太一, 上東泰: コンクリート中への水分浸透評価とその活用に関する研究小委員会 (362 委員会) 成果報告書およびシンポジウム講演概要集、2022 年 11 月、pp255-260