

流水距離によるコンクリート表層部の中性化速度係数評価

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○内田 雅人
東京大学生産技術研究所 正会員 岸 利治

1. はじめに

新幹線高架橋は一定時期に同仕様で大量に建設されたため、中性化による変状が集中して発生する可能性が懸念されている。そのため、耐久性評価による予防保全型の維持管理が求められる。そこで、本研究では耐久性に影響を与えるコンクリート表層部の中性化速度係数を簡便な手法である流水試験により評価できるか検討した。

2. 流水試験

流水試験は、コンクリート壁面の水の流れ具合から構造物の状態を把握していたものを定量化した手法である。試験方法は、定量の水（本研究では0.2mlとした）を壁面に垂らし、壁面を流れる水の距離（以下、流水距離とする）を定規で測定する簡便な手法である。また、特別な装置は不要であり、1箇所1分程度と短時間で測定が可能である（図1）。



図1 流水試験状況

流水試験は、緻密なコンクリートは内部への水の浸透量が少ないため流水距離が長く、多孔質なコンクリートは水の浸透量が多いため流水距離が短いという特徴がある。これは既往の研究¹⁾においても、水セメント比の違うコンクリートの流水距離を比較することにより確認されている。水も二酸化炭素もコンクリート内への浸入しやすさは、コンクリートの物質移動抵抗性に左右されるため、流水距離により中性化速度係数を評価できる可能性が考えられる。

3. 影響検討

キーワード 維持管理、表層品質、物質移動抵抗性、中性化速度係数、流水試験

連絡先 〒370-8543 群馬県高崎市栄町6番26号 東日本旅客鉄道株式会社 TEL 027-320-7130

流水試験の精度を向上させるため、流水距離への影響が考えられる①コンクリート表面含水率、②素地調整方法、③コンクリート表面温度および④流水温度の4項目について検討を行った。また、検討は室内試験で行うこととし、試験には新幹線の高架橋柱部材を模擬して作成した供試体（100×100×400mm×6本）を用いた。なお、供試体は室内で気中養生を行ったものであり、配合は表1の通りである。

表-1 供試体の配合表

セメント	W/C(%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)			
			W:水	C:セメント	S:細骨材	G:粗骨材
普通	50.0	43.0	162	324	773	1061

①コンクリート表面含水率は、恒温恒湿装置を用いて、装置内の温度を40℃に固定することによりコンクリート表面温度を一定に保ったまま湿度を変え、コンクリート表面含水率を4.2%、4.5%の2段階に調整した供試体6本に流水試験を行った。図2は、供試体6本の流水距離の平均値を表面含水率ごとに示したものであり、0.3%の差で流水距離に14mmの差が生じた。1.0%に換算すると47mmと、50%以上の差が生じることとなり、コンクリート表面含水率が流水距離に与える影響が大きいことが確認された。本研究では、試験を晴天時のみに実施することで、表面含水率による流水距離の補正は行わないこととした。

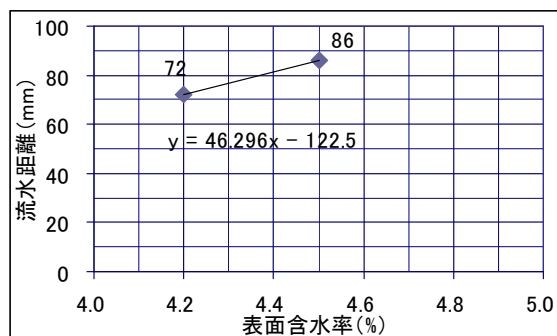


図2 表面含水率の影響

②素地調整方法による流水距離への影響を確認するため、素地調整方法を綿ウエス、紙ヤスリ(#240)および紙ヤスリ(#80)の3種類に分けて、流水距離への影響を確認した。流水距離は、綿ウエスと紙ヤスリでは2倍程度の差が生じたものの、標準偏差では3種類ともに10程度と差はなかった(表2)。

表2 流水距離と標準偏差

	綿ウエス	(#240)	(#80)
流水距離	83mm	146mm	148mm
標準偏差	11	9	12

そのため、施工性に優れる綿ウエスで素地調整を行うこととした。なお、③コンクリート表面温度および④流水温度については、流水距離への影響は無視できるほど小さいことを確認した。

4. 検証方法

室内試験の結果を踏まえ、晴天時に綿ウエスで素地調整を行うことを条件として、新幹線高架橋を対象に流水試験の検証を実施した。また、検証方法はドリル法による中性化試験(以下、ドリル法とする)から求めた中性化速度係数と流水距離から換算した中性化速度係数の相関より評価することとした。

調査は、新幹線高架橋100橋の柱部材で実施した。また、測定箇所は各高架橋の最も起点方の径間において、端部および中央部の柱各2本の内外面の4箇所、1橋当たり合計8箇所とし、測定高さは毛管現象による土中からの水の影響を排除するため地上面から1.5mの高さで統一した。調査時期は、室内試験の結果を踏まえ、2011年10月～11月の2ヶ月間で晴天時に限定して実施した。また、綿ウエスにより素地調整を実施した。素地調整は、コンクリート壁面を綿ウエスで力強く往復10回擦ることで統一した。なお、流水試験は測定箇所ごとに3回行い、その平均値を測定箇所における流水距離とした。

5. 検証結果

ドリル法から求めた中性化速度係数と流水距離の相関を確認した(図3)。検証はドリル法による中性化試験を実施した新幹線高架橋14橋で行い、流水距離と中性化速度係数の相関を表わす決定係数を確認したところ0.73となり、中性化速度係数と流水試験に強い相関があることを確認した。

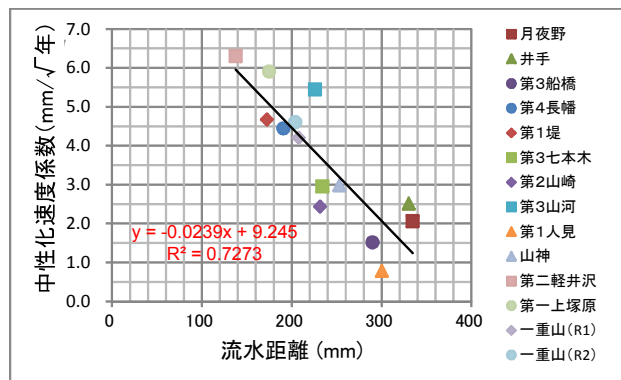


図3 流水距離・中性化速度係数相関

6. 新幹線高架橋の中性化速度係数

新幹線高架橋100橋の柱部材を対象として流水試験により中性化速度係数の測定を行った。流水試験から求めた新幹線高架橋柱部材の中性化速度係数は、0.0～6.0mm/√年の範囲に分布していた。また、今回調査した高架橋100橋の中性化速度係数の平均値は3.7mm/√年となっていた。なお、キロ程別では、10～40kmおよび220～260kmの都市部で中性化速度係数が大きく、山間部で小さくなっており、二酸化炭素濃度が高い都市部で中性化速度係数が高く、濃度が低い山間部で低くなる一般的な特徴と一致していた(図4)。

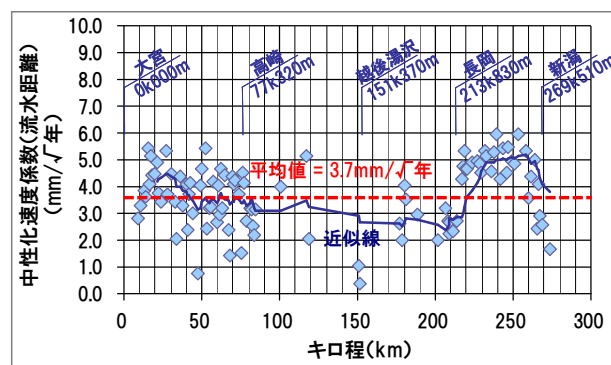


図4 高架橋別中性化速度係数

7. まとめ

流水距離と中性化速度係数の平均値に強い相関があり、流水試験により中性化速度係数を評価できることを確認した。また、物質移動抵抗性を評価するため、塩害やアルカリ骨材反応など有害物質の浸入に起因する劣化への耐久性評価が期待される。

参考文献

- 1) 地濃茂雄ほか: 打放しコンクリート外壁面における雨水の吸水・流下に関する検討, 第65回セメント技術大会講演要旨2011