

プルオフ引張試験によるスケーリング劣化の予測に関する基礎的研究

Fundamental study on estimate of scaling deterioration by pull-off test

北海道開発土木研究所 ○正員 遠藤 裕丈 (Hirotake ENDOH)
 北海道開発土木研究所 正員 田口 史雄 (Fumio TAGUCHI)
 北海道開発土木研究所 正員 嶋田 久俊 (Hisatoshi SHIMADA)

1. はじめに

我が国では、社会基盤の整備のため、現在までに多くのコンクリート構造物が建設されてきた。今後は、これらの既設構造物を適切に管理し、使いこなしていくことが重要となる。このような中、北海道の国道においても、建設されたRC橋とPC橋のストック量の総数は約1600橋、橋長にして約54kmと膨大であり、今後これらの維持修繕費の急増が懸念される。維持コストの縮減を図るには、適切な時期に補修や劣化抑制対策を施すことが望ましいと思われる。そのためには、劣化の発生および進行の可能性を事前に予測する手法の確立が必要となる。

北海道など寒冷地のコンクリート構造物にみられる特有の劣化現象の一つに、海水や凍結防止剤などの塩水と凍結融解との複合作用によって、表面が剥げ落ちるスケーリングがある。この劣化は凍害の一種で、構造物の美観損失、かぶりコンクリートの品質低下、塩化物イオンによる化学腐食が生ずる危険性を高めるといった影響を及ぼす。

スケーリングが、水セメント比や細孔量など、コンクリートの品質に影響されることは広く知られている。しかし、古い既設構造物の中には品質記録が残されていないケースもあり、これらの知見の応用が困難な場合もある。細孔量も、コア等の試料採取の際に構造物へ損傷を与えるなど、構造物に支障をきたす恐れから、調査可能な構造物や試料の採取位置が限定される場合もあり、効率良い調査手法が求められている。

スケーリングの主因には、コンクリートに浸透した水が凍結する際に表面局部で引き起こす膨張圧¹⁾などがある。このことから、既存構造物においても、簡易的な手法で表面局部の品質を把握することによって、スケーリングが生ずる可能性を事前に予測できるのではないかと考えられる。以上の理由から、本研究では、スケーリング予測手法の確立を目標とし、そのための基礎実験として、プルオフ引張試験²⁾による劣化予測を試みた。

2. 概要

2.1 材料・配合・供試体

セメントには高炉セメントB種を用いた。水セメント比（以下、W/Cと記す）は25%、35%、45%、55%、65%とした。骨材は苫小牧市樽前産海砂（密度2.70g/cm³）、小樽市見晴産砕石（密度2.67g/cm³、最大寸法25mm）を用いた。

供試体は、□22×10cmおよび□22×150cmの2種類作製した。作製後、表面を養生マットに見立てた麻布で3日間覆い、その後は材齢28日まで恒温恒湿室（温度20℃、湿度60%）に静置し、材齢28日で試験を開始した。なお、試験面（22×22cm）は、打設面と底面（□22×10cm使用）、型枠面（□22×150cm使用）の3ケースとした。

2.2 試験項目

試験は、プルオフ引張試験、スケーリング試験、細孔分析を行った。図-1に各試験の概要図を示す。

2.2.1 プルオフ引張試験

材齢28日の試験面にφ55mmの鋼製ディスクを接着し、それを引き上げてコンクリート表面を引張破断させることで表面の強度を測定した。測定は3回行い、その平均値を測定値とした。

2.2.2 スケーリング試験

ASTM-C-672に準じ、試験面に塩水を張り、-18℃で16時間凍結、23℃で8時間融解の1日1サイクルの凍結融解作用を与え、スケーリング量を測定した。塩水は、濃度3%のCaCl₂水溶液とNaCl水溶液、人工海水を用いた。

2.2.3 細孔分析

材齢28日で試験面の表層から試料を採取し、水銀圧入式ポロシメーターを用いて細孔量を測定した。

3. 結果および考察

3.1 プルオフ強度と細孔量の関係

図-2にプルオフ強度と細孔量に及ぼす配合の影響を示す。これまでの一連の成果を踏まえ³⁾、細孔量は径750

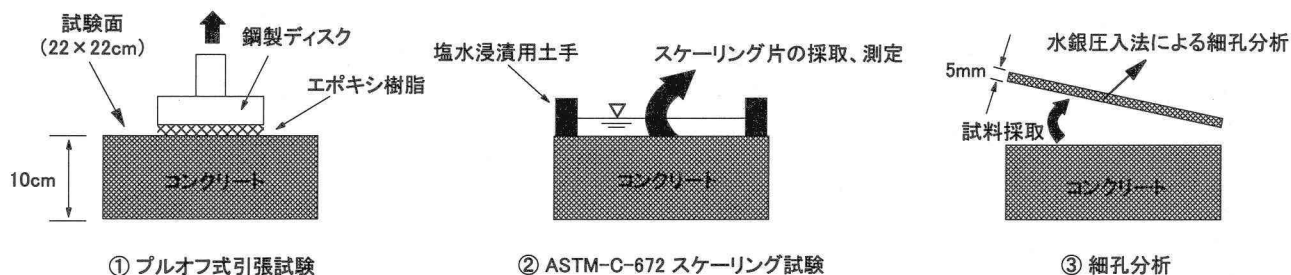


図-1 測定方法および試料採取の概要図

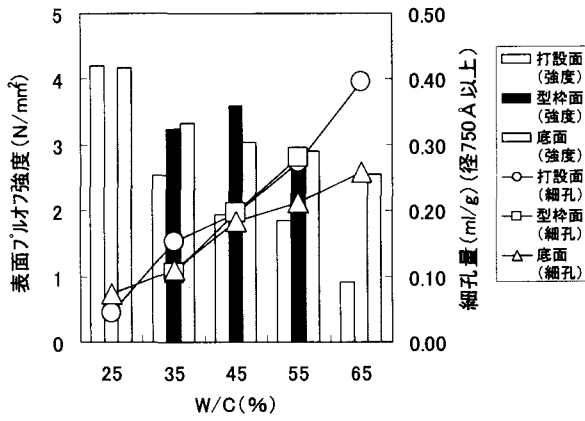


図-2 W/Cとプルオフ強度と細孔量の関係

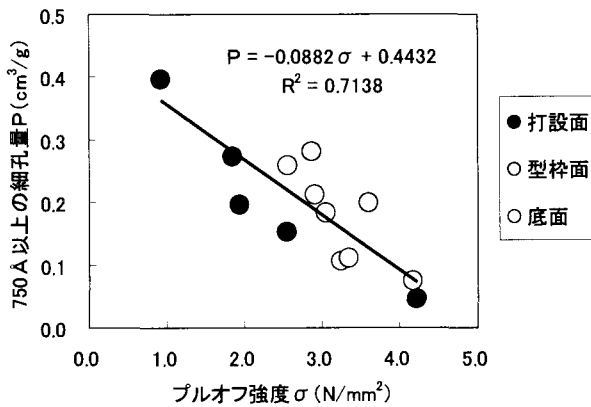


図-3 プルオフ強度と細孔量の関係

Å以上の領域を扱うこととした。プルオフ強度は全体的に、打設面よりも、底面および型枠面の方が高い値を示した。これは、打設面がブリーディングの影響を受けたためと考えられる。また、いずれの試験面でも、W/Cの増加に従い、プルオフ強度は減少し、細孔量は増加する傾向が概ねみられ、W/Cと組織の密実性との関係が良く現れている。プルオフ強度と細孔量の関係を調べたところ(図-3)両者は概ね直線関係にあった。

3.2 プルオフ強度とスケーリング量の関係

図-4にプルオフ強度と100サイクルおよび300サイクルのスケーリング量との関係を示す。このグラフには、各試験面および各試験水のデータをまとめてプロットしている。これを見ると、表面のプルオフ強度が増加するにつれてスケーリング発生量は小さくなる傾向がみられ、本実験の範囲では、プルオフ強度が3N/mm²以上の領域ではスケーリングの発生が大きく抑制される結果が示された。このことは、スケーリングがコンクリート表面の硬性に支配されることを説明するものである。

以上のことから、コンクリート構造物に大きな損傷を与えることなく表面の硬性を推定できる²⁾プルオフ引張試験は、スケーリング劣化の発生を将来的に予測する一手法として有効と思われる。

4. まとめ

(1) W/Cが増加すると、コンクリート表面のプルオフ

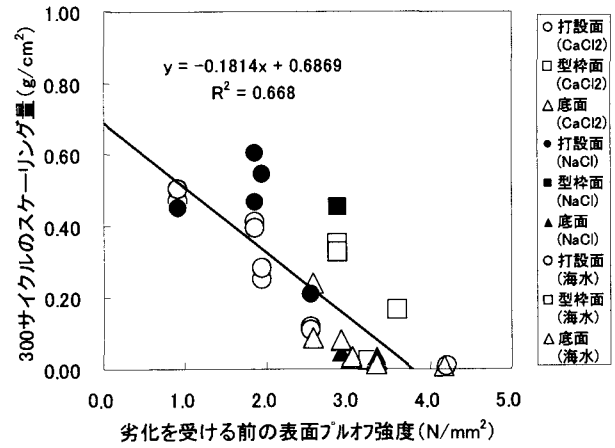
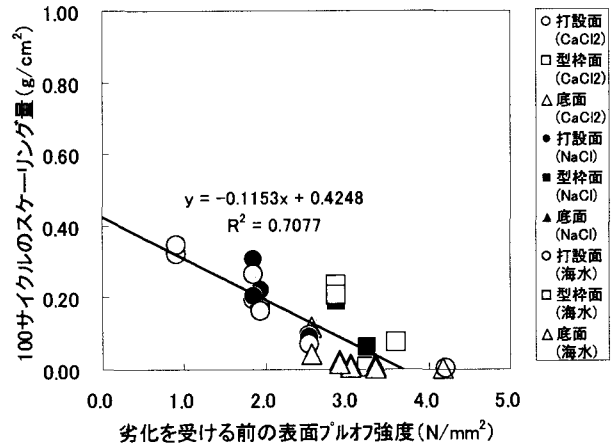


図-4 プルオフ強度とスケーリング量の関係

強度は減少し、細孔量は増加する傾向が全体的にみられた。

- (2) 表面プルオフ強度が増加すると、発生するスケーリング量は小さくなる傾向を示す。
- (3) プルオフ引張試験は、既設構造物の将来的なスケーリングの発生を事前に予測する一手法として有効と思われる。

5. 今後の課題

本報では、実験室の限られた条件下で養生したコンクリートを用いた実験結果を報告した。

今後は、暴露環境が異なるコンクリートや現場構造物を対象に実験を行ってデータの蓄積を図り、劣化予測手法の確立・実用化に向けた検討を行う予定である。

参考文献

- 1) コンクリートの耐久性に関する研究の現状とデータベース構築のためのフォーマットの提案,コンクリートライブラリー109,pp.53,土木学会
- 2) コンクリート診断技術'02,基礎編,pp.98,日本コンクリート工学協会
- 3) 遠藤裕丈,田口史雄,嶋田久俊;塩化物水溶液による長期凍結融解作用を受けたコンクリートのスケーリング特性,土木学会論文集,No.725,V-58,pp.227-244,2003.2