

表面含浸材を塗布した低強度 RC はりの曲げ疲労実験

極東興和株式会社 正会員 ○山路遥己
 有限会社マサクリーン 佐山昌佑記・佐山彰一
 山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1 はじめに

社会インフラを支えるコンクリート構造物の劣化・老朽化が顕在化している。その中には（推定）圧縮強度が 18MPa にも満たない低強度コンクリートの構造物もある。このようなコンクリート構造物がおかれる実環境では様々な環境劣化作用を受けるため、特に劣化の起点となる水分と塩分の浸透を防ぐことができる表面含浸材の使用が望まれる。

そこで本研究では低強度コンクリートを対象に RC はり部材を作製し、乾燥・湿潤状態・塩水浸漬状態における曲げ疲労試験を行い、表面含浸材が環境作用下の RC はりに及ぼす影響を調査した。

2 使用材料の特性

2.1 コンクリートの特性

本研究では、普通ポルトランドセメントによるレディーミクストコンクリートを用いた。コンクリートの配合条件を表-1 に示す。細骨材には産地の異なる 3 種類 (S1, S2, S3), 粗骨材には 20~15 mm (G1) および 15~5 mm (G2) を使用した。化学混和剤には空気調整剤を用いた。スランプ値は 8cm 以上、空気量は 4.5±1.5%となるよう化学混和剤を用いて調整した。本研究では、実機ミキサ (3.0m³) で混練し、コンクリートミキサー車で実験室まで運搬した。

2.2 圧縮試験・静弾性係数試験

本研究では、材齢 28 日以降において圧縮強度試験 (JIS A 1108 に準拠) および静弾性係数試験 (JIS A

表-1 配合条件

W/C %	単位量(kg/m³)						
	W	C	S1	S2	S3	G1	G2
100	200	200	422	211	422	495	330

表-2 圧縮強度試験および静弾性係数試験の結果

W/C %	圧縮強度 (MPa)	静弾性係数 (GPa)
100	12.5	25.0

1149) を行った。圧縮強度試験と静弾性係数試験の結果を表-2 に示す。

2.3 RC はり部材の諸元

本研究で使用した RC はり部材の模式図を図-1 に示す。各供試体につき 1m 長の異形鉄筋 D10 (SD295) を 4 本用いた。本研究では、打設後 2~3 日型枠を装着したまま湿潤マットを被せて静置した。硬化後に脱型を行い、養生フィルムを全体に覆った上で、材齢 28 日まで養生を行った。材齢 28 日以降で養生フィルムを除去し、乾燥状態となるよう室内で静置した RC はり 6 体、湿潤状態となるよう長期間 20°C の水中に浸漬させた RC はり 6 体 (表面含浸材塗布 3 体、表面含浸材未塗布 3 体)、100 日間塩分濃度 3% の塩水に浸漬したもの 4 体 (表面含浸材塗布 2 体、同未塗布 2 体) について試験を行った。

2.4 含浸材浸透深さ試験

含浸材を塗布したコンクリート円柱供試体 (Φ150 × 300mm) について割裂引張強度試験を行った後、含浸材の浸透深さを調べた。使用した表面含浸材は撥水性を示すため、割裂破壊面 (写真-1) に散水することで浸透深さを調べることができる。各供試体片面を 3 分割し、各分割場所の最も深い含浸深さを測定し平均化することで含浸材浸透深さの測定を行った。W/C=100% のコンクリートの含浸材浸透深さを



写真-1 割裂面における含浸材浸透深さの測定

キーワード 表面含浸材, 湿潤状態, 曲げ疲労, 塩分浸透

連絡先 〒732-0052 広島県広島市東区光町 2 丁目 6-31 極東興和株式会社 TEL082-261-1207

測定した結果、平均 4.36 mm であった。

2.5 細孔径分布試験

本研究では水銀圧入法により細孔分布を測定した。材齢 28 日以上でコンクリート供試体（ $\phi 100 \times 200$ mm 円柱供試体）を 1 体 5 mm 角程度に破碎し、アセトン浸漬と D-dry により水和停止させた試料を用いて実施した。本実験で用いた W/C=100% のコンクリートでも細孔径の 1 μ m より大きい空隙が占める割合が 11% 以下となり、含浸材浸透深さが 4.36mm と比較的小さいものであった。

3 RC はりの曲げ疲労試験

3.1 RC はりの静的載荷試験

本研究の静的曲げ試験は、載荷速度を 1.0 mm/min とし、3 体乾燥状態となるように室内で静置した後に試験した。

3.2 RC はりの疲労試験

図-1 に示すようにスパン長 1000mm および載荷点間距離 300mm の RC はり部材を用いて繰返し載荷速度 3 Hz で曲げ疲労試験を行った。曲げ疲労試験の上限荷重は試験条件（乾燥・湿潤・塩水浸漬状態）によらず、静的載荷試験の終局耐力（平均値）の約 80%、下限荷重は約 20% とした。

3.3 試験結果

乾燥状態、湿潤状態および塩水浸漬状態の曲げ疲労試験（対数平均）を図-2 に示す。乾燥状態では 50 万回まで達するものから 1000 回程度で疲労破壊するものまで広範に及んだ。湿潤状態では含浸材の塗布の有無に関わらず 100~500 回程度で疲労破壊した。塩水浸漬した RC はりのうち含浸材を塗布したものは 100~2500 回程度で疲労破壊し、含浸材を塗布していないものは 100 回程度で疲労破壊した。

4 RC はりの疲労耐久性への表面含浸材の影響

疲労試験の結果から、乾燥状態と比較すると湿潤状態では曲げ疲労回数が大きく低下した。ケイ酸リチウム系含浸材を塗布した RC はりを水中養生した場合、表面含浸材の塗布の有無に関わらず曲げ疲労回数に有意な差異はみられなかった。塩水浸漬状態においては、表面含浸材の塗布により曲げ疲労回数が増大した。塩水浸漬状態の RC はりの疲労試験後の供試体をハンマードリルではつり、はつり面に硝酸銀 (AgNO₃) を噴霧し塩分の浸透状況と鉄筋の腐食状態を調査した。硝酸銀 (AgNO₃) は塩化物と反応し

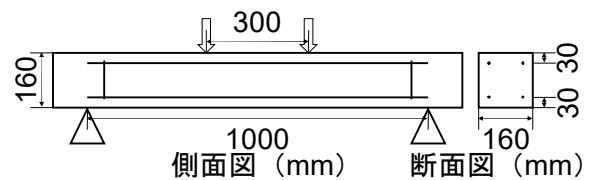


図-1 RC はり部材の模式図

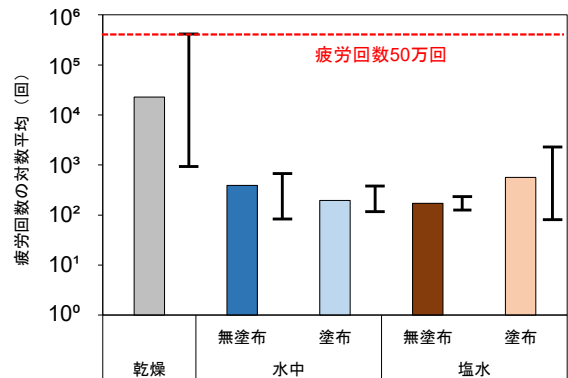


図-2 曲げ疲労破壊回数（対数平均）



(a)含浸材塗布 (b)無塗布
写真-2 RC はりのはつり面

て青紫色に変色するため、塩分の浸透を判断することが可能である。表面含浸材塗布供試体のはつり面を写真-2(a)、無塗布の供試体のはつり面を写真-2(b)に例示する。表面含浸材塗布と無塗布の供試体を比較すると、無塗布の供試体は、はつった面全体が青紫色に変色しており、鉄筋の腐食の原因である塩分が深く浸透していることがわかる。これより、表面含浸材を塗布することで鉄筋腐食をもたらす塩分の浸透を抑制することができると考えられる。

5 まとめ

- (1) 含浸材浸透深さ試験の結果から本研究で用いた W/C=100% のコンクリートへの表面含浸材の浸透深さの平均が 4.36mm であった。
- (2) RC はりの曲げ疲労試験の結果から、乾燥状態に比べて湿潤状態・塩水浸漬状態ともに疲労強度が低下した。塩水浸漬状態では表面含浸材を塗布した RC はりの疲労破壊回数が増加した。これは鉄筋腐食をもたらす塩分の浸透を表面含浸材が抑制したためと考えられる。