

塩害劣化を受ける鉄筋コンクリートはりの耐荷力に関する実験的研究

香川大学大学院 学生会員 〇田中 秀周
(株)四国総合研究所 正会員 横田 優
(株)四国総合研究所 正会員 中川 裕之
香川大学工学部 正会員 松島 学

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の、鉄筋腐食は構造性能に大きな影響を及ぼすことが知られているが、その程度は定量的に解明されていない。

本研究は、耐荷力を指標とした補修基準の検討を行うため、実現象と同様の腐食形態で試験体の塩害劣化を促進し、目標とした腐食ひび割れ幅を有する試験体を作製、載荷試験を行い、塩害劣化を受けた鉄筋コンクリート構造物の力学性状を解明する。

2. 実験概要

塩害劣化したコンクリート部材の性能を評価するため、図-1 に示すはり試験体 Type-A と Type-B を作成した。図-2 に示すように、鉄筋間隔が広い場合には鉄筋に沿ったひび割れが発生し、短い場合には鉄筋同士を繋ぐような水平方向のはく離ひび割れが発生する。

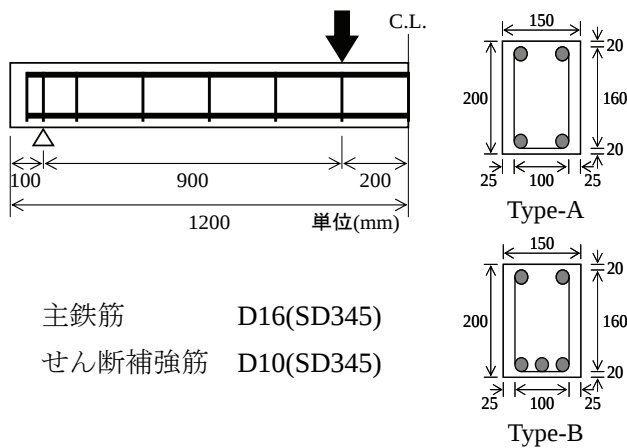


図-1 試験体概要図

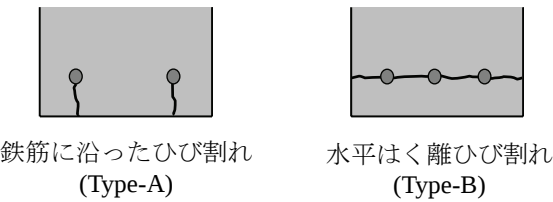


図-2 ひび割れモード

これら 2 種類のひび割れモードを再現するため、主鉄筋が 2 本は鉄筋に沿ったひび割れを想定した試験体 (Type-A)、主鉄筋が 3 本は水平はく離ひび割れを想定した試験体 (Type-B) を作製した。乾湿繰返試験により鉄筋腐食を促進させ、その試験体の載荷試験の結果から鉄筋腐食の程度と構造性能低下の関係を定量的に評価した。試験体を熱海水に浸漬、乾燥作業を繰返し行うことで鉄筋を腐食させ、表-1 に示す所定のひび割れ幅になるように塩害劣化を促進させた。表中で、 W_c は腐食ひび割れ幅、 Δ は単位表面積当りの腐食減量である。作製した試験体の載荷試験を行い、劣化の程度と耐荷性能の関係を定量的に評価した。

表-1 試験体一覧

試験体名	W_c (mm)	Δ (mg/cm ²)	試験体名	W_c (mm)	Δ (mg/cm ²)
A-0	0.0	0.0	B-0	0.0	0.0
A-1	0.5	147.4	B-1	0.4	144.2
			B-2	1.0	166.9
A-3	1.6	218.3	B-3	1.4	161.3

3. ひび割れ性状

載荷試験により発生したひび割れのスケッチを、健全な試験体を図-3、鉄筋が腐食した試験体を図-4 に示す。健全な試験体では斜めひび割れが発生しているのに対し、鉄筋が腐食した試験体では斜めひび割れが発生してない。健全な試験体は、鉄筋が腐食した試験体に比べ曲げひび割れ本数が多くなった。純曲げ区間の

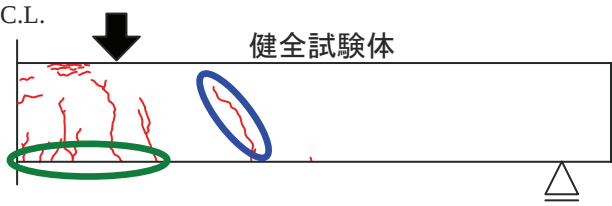


図-3 健全試験体のひび割れスケッチ

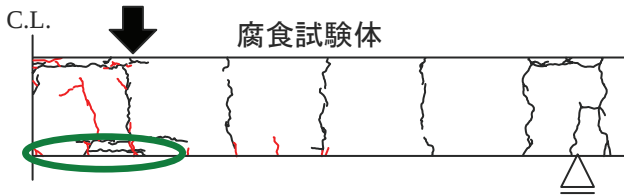


図-4 腐食試験体のひび割れスケッチ

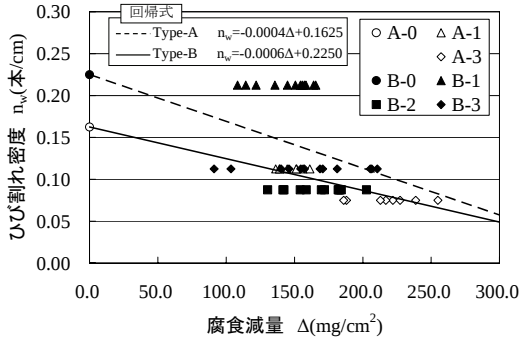


図-5 ひび割れ密度 n_w と腐食減量 Δ の関係
ひび割れ密度を比較する．ひび割れ密度 n_w は式(1)で定義した．

$$n_w = \frac{n}{\ell} \quad (1)$$

ここで、 n ：純曲げ区間のひび割れ本数、 ℓ ：純曲げ区間長である．

ひび割れ密度と腐食減量の関係を図-5に示す．鉄筋腐食が進展するにつれてひび割れ密度が小さくなる．載荷によるひび割れの進展は、腐食ひび割れが発生していたことに強い影響を受けるためである．主鉄筋本数が多い Type-B が、ひび割れ密度が大きくなっている．主鉄筋本数が多いと、主鉄筋によりひび割れが拘束され、小さなひび割れが多数発生することになる．この傾向は、劣化が進展し鉄筋の腐食に起因する拘束効果が減少するにつれて小さくなる．

4. 腐食減量と腐食ひび割れ幅の関係

試験体から切り出した鉄筋の腐食減量 Δ とその位置での腐食ひび割れ幅 W_c の関係を図-6に示す．図中に、既往の電食実験による結果も併せて示す．さらに、図中に両者の回帰式も示す．電食実験では、電流を流すため電極の位置で鉄筋の腐食が発生しやすく、ひび割れが生じる部分に集中するため、少ない腐食量でひび割れが発生する．つまり、小さなひび割れ幅で大きな腐食量を得られる．本研究では、実際の腐食機構を

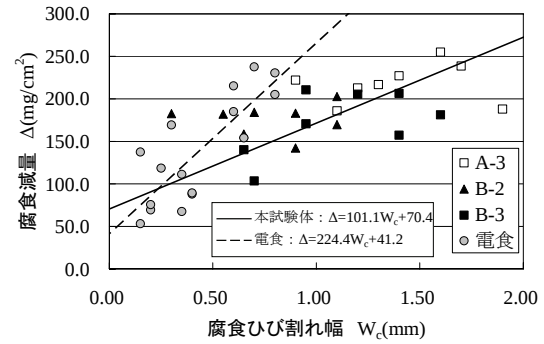


図-6 電食実験との比較

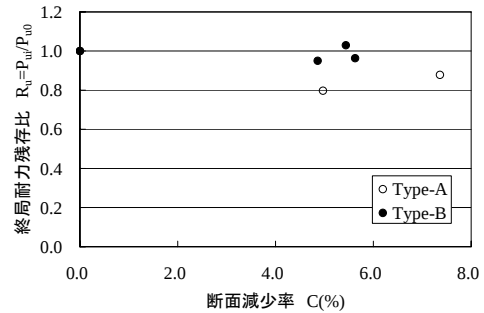


図-7 腐食による終局耐力の低下

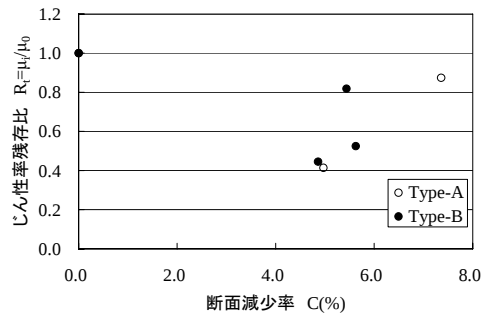


図-8 腐食によるじん性率の低下

模擬するために、乾湿繰返試験装置を使用した促進試験を採用した．実際の構造物は、乾湿繰返試験と同様に、鉄筋表面全体が腐食しており、図-6のように腐食ひび割れが同じであれば、小さな腐食量を得られる．

5. 構造性能の低下

腐食による終局耐力の低下を図-6に示す．断面減少に伴い耐荷力が低下している．断面減少率 C が 5% の時の終局耐力残存比 R_t は、Type-A の場合は約 88% であり、Type-B の場合は約 98% であった．鉄筋本数が多い程、耐荷性能低下が小さくなった．

腐食によるじん性率の低下の関係を図-7に示す．鉄筋本数の影響は認められず、腐食するとじん性率が低下する．じん性率残存比 R_t は 40%～90% の範囲であった．