

隣接鉄筋腐食模擬実験によるかぶりコンクリートの剥離に関する研究

京都大学 学生会員 元濱 浩人 京都大学 学生会員 高谷 哲
 京都大学 正会員 山本 貴士 正会員 服部 篤史 京都大学 フェロー会員 宮川 豊章

1. はじめに

鉄筋腐食膨張圧によるひび割れの発生、進展に関して、既往の研究では弾性体を用いて単一の鉄筋が腐食した場合のひび割れ、剥離を調査するための腐食膨張圧模擬実験が行なわれている¹⁾が、実構造物では複数の鉄筋が同時に腐食することも考えられる。そこで本研究では、弾性体を用いて隣接する2本の鉄筋腐食を模擬する実験を行い、単一の鉄筋腐食の実験との剥離性状、内圧、半径変化量などの違いについて比較検討を行なった。

2. 実験概要

供試体は、150×400×600mmの角柱供試体(かぶり20mm)で、内部にφ20mm、長さ400mmの円柱空洞を150mmピッチで2本設置した。図1に供試体を示す。弾性体長さは50, 100, 150および200mmとし、左右の円柱空洞に対し、同じ長さの弾性体を挿入した。载荷装置を図2に示す。ロードセルを取り付けた2本のシャフトを等しく鉛直降下させることによって弾性体に鉛直変位を与え、ポアソン効果によって両円柱空洞内壁に膨張圧を発生させ腐食膨張圧を模擬した。

3. 実験結果および考察

3.1 剥離ひび割れパターン

ほぼ全ての供試体で両弾性体直上に軸方向ひび割れが確認された。その後のひび割れの進展を観察した結果、以下の二種類の剥離ひび割れパターンに分類された。

①独立剥離：左右の弾性体それぞれに対し、供試体の表面

外側の剥離ひび割れに加え、表面中央部にも剥離ひび割れが発生し、左右別々に剥落するもの。一例を写真1(a)に示す。

②連結剥離：左右の弾性体に対し、供試体の表面外側の剥離ひび割れは生じるが、表面中央部には剥離ひび割れはほぼ入らず、しかし内部で結合し、大きな剥離片となって剥落するもの。一例を写真1(b)に示す。

3.2 剥離ひび割れ角度

剥離ひび割れの発生角度(弾性体の外側で測定)を測定した結果、平均で73.5°(標準偏差3.52)であった。また、各供試体のひび割れ角度は、弾性体の長さに影響されず、剥離ひび割れパターンにもよらずほぼ

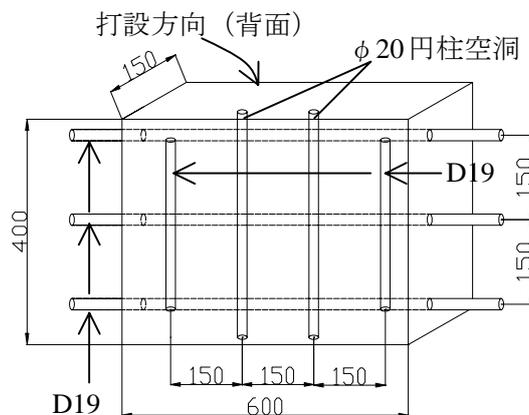


図1 供試体

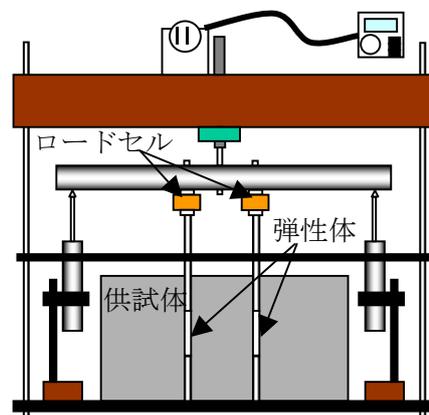


図2 载荷装置

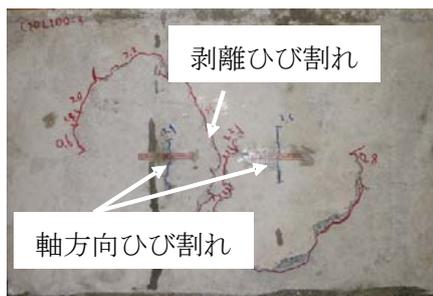


写真1(a) 独立剥離の様子

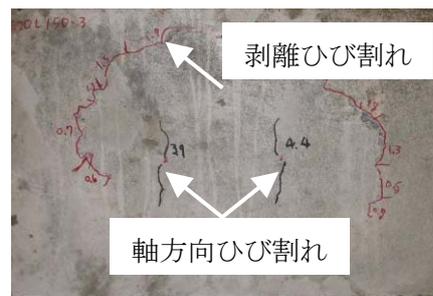


写真1(b) 連結剥離の様子

キーワード 隣接鉄筋, 腐食, 剥離, 半径変化量

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂Cクラスター C1-453 TEL075-383-3173 FAX075-383-3177

一定値を示した。単一鉄筋腐食模擬実験でも概ね同様の値が得られていることから、隣接鉄筋腐食と単一鉄筋腐食では外側では差異はないものと考えられる。

3.3 内圧—半径変化量

最大内圧（ほぼ軸方向ひび割れ発生時）の全平均値は 12.4N/mm^2 であり、単一鉄筋腐食模擬実験の結果からコンクリート強度を用いて推定した 11.5N/mm^2 に比べ、大きな値となった。また、弾性体長さが大きくなると最大内圧が低下する傾向が見られたが、これは単一鉄筋腐食模擬実験の結果と同様の結果であった。

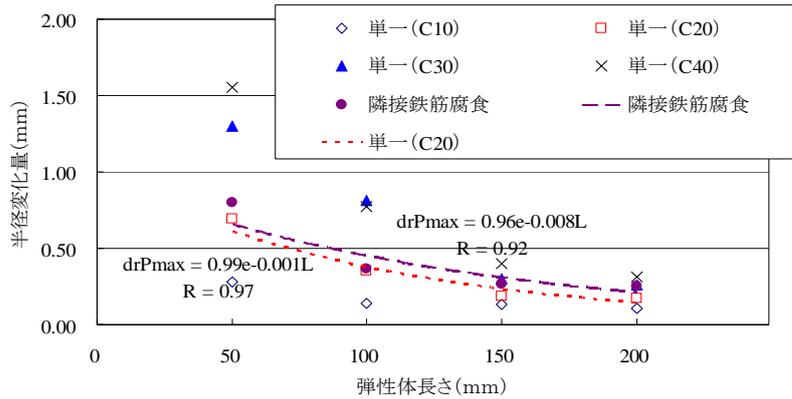


図3 最大内圧時の半径変化量と弾性体長さの関係(C：かぶり)

単一鉄筋腐食模擬実験から得られた最大内圧時の半径変化量と弾性体長さの関係に、今回行った隣接鉄筋腐食模擬実験の結果を加えて図3に示す。隣接鉄筋腐食模擬実験の結果は、単一鉄筋腐食模擬実験（かぶり 20mm）の結果と概ね同様の傾向を示しており、また指数関数近似できることが分かった。しかし、隣接鉄筋腐食模擬実験では半径変化量が約 1.3 倍大きいことが分かる。これは、実構造物について考えると、単一鉄筋腐食を生じた場合よりも隣接鉄筋腐食を生じた場合の方が軸方向ひび割れ発生時の鉄筋腐食が進んでいる可能性があることを意味している。

図4に内圧と半径変化量の関係を示す。隣接鉄筋腐食では最大内圧発生以降の降下曲線より脆性的な剥離となることが確認される。そこで、

剥離ひび割れ発生時の半径変化量 $dr(spall)$ を最大内圧時の半径変化量 $dr(pmax)$ で除した値である剥離倍率を求めた。その値を表2に示す。剥離倍率は弾性体長さの影響を受けず、また、剥離ひび割れパ

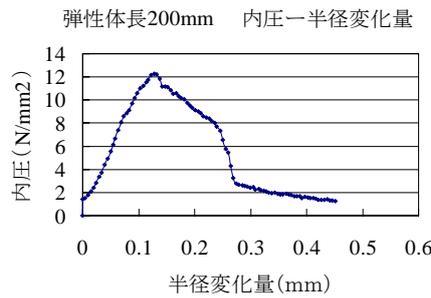


図4 (a) 単一鉄筋腐食

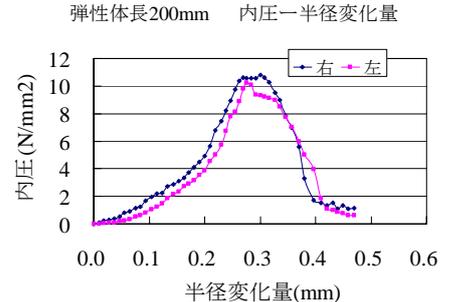


図4 (b) 隣接鉄筋腐食

ターンの影響もなかった。荒木らの報告^[1]によれば、単一鉄筋腐食模擬実験（かぶり 20mm）の場合の剥離倍率の平均値は 1.63（標準偏差 0.30）であり、本実験の結果得られた剥離倍率（平均 1.31，標準偏差 0.17）は小さく、単一鉄筋腐食模擬実験における 85%安全確率の値に相当する。本実験結果はばらつきの影響を受けて剥離倍率が小さくなった可能性もあるが、剥離倍率が隣接鉄筋腐食の影響を受ける可能性もあり、その場合、単一鉄筋腐食模擬実験の剥離倍率を用いて隣接鉄筋腐食を生じた構造物の剥離時期を予測すると危険側の判断となる可能性がある。

4. 結論

- 1)剥離ひび割れパターンは独立剥離と連結剥離に分類でき、ひび割れ角度は単一鉄筋腐食と同様である。
- 2)実際の腐食では軸方向ひび割れ発生時に隣接鉄筋腐食の方が単一鉄筋腐食よりも腐食が進んでいる可能性がある。
- 3)実際の腐食では隣接鉄筋腐食の方が単一鉄筋腐食よりもひび割れ発生から剥落までの期間が短い可能性がある。

5. 参考文献

[1] 荒木 弘祐・服部 篤史・宮川 豊章：鉄筋の腐食膨張によるかぶりコンクリートの剥離現象とその予測，土木学会論文集，No.802/V-69，2005.11.

表2 剥離倍率

	dr(pmax)	dr(spall)	剥離倍率
50mm	0.80	0.98	1.22
100mm	0.36	0.53	1.46
150mm	0.27	0.37	1.37
200mm	0.25	0.32	1.29
平均	0.42	0.55	1.31