

第V部門

隣接鉄筋腐食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 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 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<sup>[1]</sup>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ひび割れ・剥離性状の違いについて比較検討を行なった。

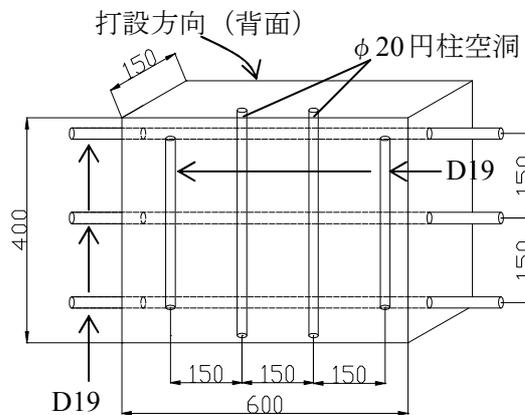


図1 供試体

2. 実験概要

図1に示すように、供試体は150×400×600mmの角柱供試体で、内部にφ20mm、長さ400mmの円柱空洞を150mmピッチで2本設置した。かぶりは20mm、弾性体長さは50, 100, 150および200mmとし、左右の円柱空洞には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。

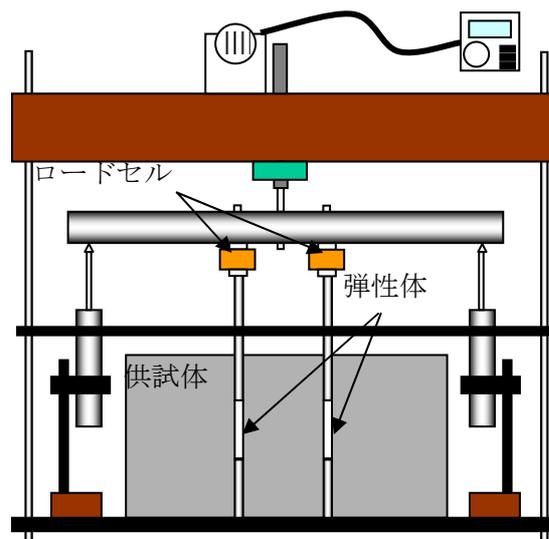


図2 载荷装置

3. 実験結果および考察

3.1 剥離ひび割れパターン

実験の結果得られた荷重—鉛直変位関係から求めた内圧—半径変化量関係の一例を図3に示す。最初に目視で確認されたひび割れは両弾性体直上にほぼ同時に現れる軸方向ひび割れであり、内圧が最大となる時点であった。また、内圧が急激に低下する時点で剥離ひび割れが発生した。これらは、単一鉄筋腐食模擬実験と同様の結果であった。

軸方向ひび割れ発生後のひび割れ進展の様子を観察した結果、剥離ひび割れパターンは、以下の二種類に分類されることが分かった。

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。独立剥離の剥離面の形状を図4(a)に、表面のひび割れ状況の一例を写真1(a)に示す。

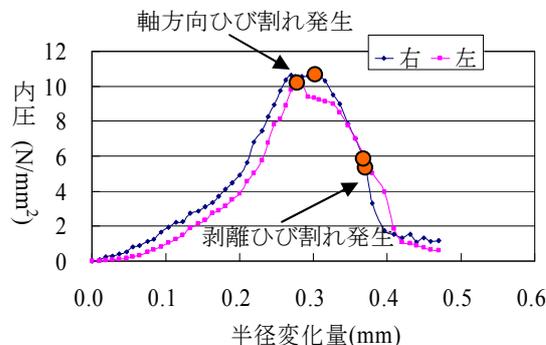


図3 内圧—半径変化量関係

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。連結剥離の剥離面の形状を図4(b)に、表面のひび割れ性状の一例を写真1(b)に示す。図4より、独立剥離の剥離面は左右の弾性体に対する単一鉄筋腐食の重ね合わせとして表現でき、連結剥離は隣接する鉄筋腐食が互いに影響を与えあって剥離する様子がわかる。

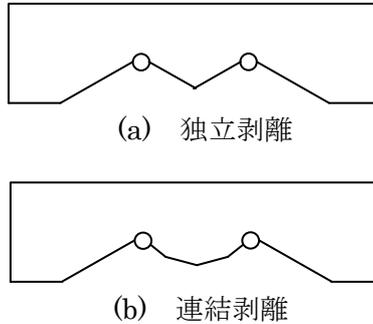


図4 剥離面の様子  
(中央断面付近)



写真1(a) 独立剥離の様子

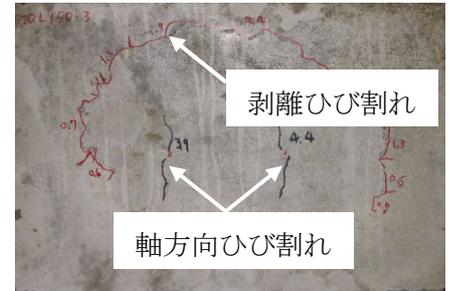


写真1(b) 連結剥離の様子

独立剥離と連結剥離に分類した理由は、図5を用いて以下のように説明される。実験終了後、供試体の表面外側に向かって内部に発生した剥離ひび割れの経路を特定するため剥離面を観察すると、ひび割れは弾性体からかぶり面に向かって直線的に伸びているわけではなく、弾性体から比較的小さい角度( $\theta_1$ )で進んだ後に屈折し、大きい角度( $\theta_2$ )でかぶり面に到達していた。中央部に向かって発生したひび割れも同じ傾向を示すと考えられるため、左右からこのような経路に沿ったひび割れが結合したものは連結剥離に至ったと考えられる。剥離ひび割れが連結するかしないかは、粗骨材による影響が大きいと考えられる。

### 3.2 剥離ひび割れ角度

表1に、各供試体の剥離ひび割れ角度の平均値を示す(No.1~3は供試体番号)。剥離ひび割れ角度( $\theta$ )は $\tan \theta = (C+r_0)/L$ の関係を用いて算出した。表中の網掛け部分は、連結剥離を生じた供試体を表す。剥離ひび割れ角度に与える弾性体の長さの影響は小さい。また、剥離ひび割れパターンにもよらずほぼ一定値を示した。堤らの研究結果<sup>[2]</sup>を用いて算出したかぶり20mm、鉄筋径20mmの剥離ひび割れ角度は約72°であり、単一鉄筋腐食模擬実験ではこの値と概ね同じ値が得られている。本実験の剥離ひび割れ角度の平均値は73.8°であり、単一鉄筋腐食と概ね同じ結果が得られた。

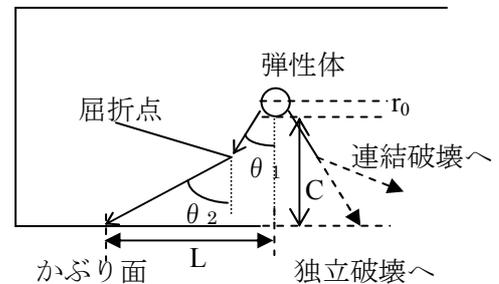


図5 剥離ひび割れの経路  
(中央断面付近)

表1 剥離ひび割れ角度 ( $\theta$ )

	No.1	No.2	No.3	平均
50mm	73.1	75.4	73.2	73.9
100mm	75.9	71.1	75.3	74.1
150mm	71.3	64.4	77.1	71.0
200mm	71.4	76.4	77.6	75.1
平均				73.8

## 4. 結論

隣接鉄筋腐食により生じる剥離ひび割れパターンは独立剥離と連結剥離の2種類に分類することができることが分かった。しかし、剥離ひび割れ角度は剥離ひび割れパターンの影響をほとんど受けず一定であり、その値に単一鉄筋腐食との差異は見られなかった。

## 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. [2] 堤知明・松島学・村上祐治・関博：腐食ひび割れの発生機構に関する研究，土木学会論文集 No.532/V-30，pp159-166，1996.2