

鉄筋押抜きによるかぶりコンクリートのはく離はく落に関する実験的検討

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○轟俊太郎 渡辺 健 曾我部正道 谷村幸裕

1. はじめに

鉄筋の腐食によるかぶりコンクリートのはく離はく落は、第三者への公衆災害を引き起こす可能性があるため、発生機構の解明や発生時期の予測手法の開発など様々な研究が行われている¹⁾。実験による研究では、鉄筋腐食による膨張圧を模擬するため、静的破砕剤や弾性体のポアソン効果を用いた実験、電食試験等が行われているが、膨張量の制御が困難である。そこで、供試体に配置した鉄筋を押し抜くことにより、鉄筋腐食を模擬した試験を実施し、かぶりコンクリートのひび割れ性状、解析結果を検証する指標の一つである荷重－変位関係を示すとともに、鉄筋の変位から仮定したひび割れ発生時の鉄筋腐食量に関する検討を行った。

2. 実験概要

図1に供試体の寸法および配筋、表1にパラメータを示す。寸法は、簡易かつ極小な変位制御が可能な試験機を用いるため、幅200mm、奥行50mm、高さ100mmとした。幅は、RC高欄を対象とした現地調査²⁾におけるはく落幅の最大値：180mm以上とした。鋼材は、供試体幅中央に丸鋼を貫通させているとともに、その背面に異形鉄筋（以降、背面の鉄筋）を配置している。丸鋼および背面の鉄筋径は、13mmである。供試体はモルタルおよびコンクリートで製作し、丸鋼のかぶりは5、10、20、30mmとした。

図2に、载荷状況を示す。载荷は、試験機に取付けした門型の治具を通して、丸鋼の左右端に鉛直荷重を作用させた。なお载荷速度は0.25mm/minとした。供試体は、背面の鉄筋を反力フレームに固定している。測定項目は、荷重、供試体上面中央および丸鋼の変位である。

3. ひび割れ性状

表2に、コンクリート供試体のひび割れ状況を示す。かぶりが5～20mmでは、丸鋼端部から斜めひび割れが発生すると同時に荷重が低下した。その後、荷重の低下とともにひび割れがコンクリート下面に進展した。かぶりが30mmでは、鉄筋直下のコンクリート下面にひび割れが発生すると同時に荷重が低下した。その後、ひび割れが鉄筋に到達した後に水平方向にひび割れが生じた。モルタルもコンクリートと同様なひび割れ発生・進展状況であり、粗骨材の影響はみられなかった。既往の研究¹⁾に従いひび割れを定義すると、かぶり c と鉄筋径 ϕ の比 c/ϕ が2.3以下ではく離ひび割れが発生し、2.3で鉄筋軸ひび割れとなった。

4. 荷重－変位関係

図3に、荷重－変位関係を示す。なお、変位は、丸鋼の鉛直変位から供試体の曲げおよび背面の鉄筋の拔出しによる変位を示す供試体上面中央の変位を差し引くことで算出

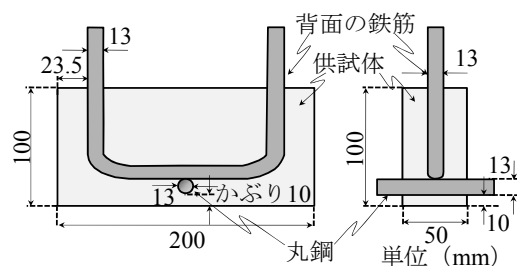


図1 供試体の寸法および配筋（かぶり10mm）

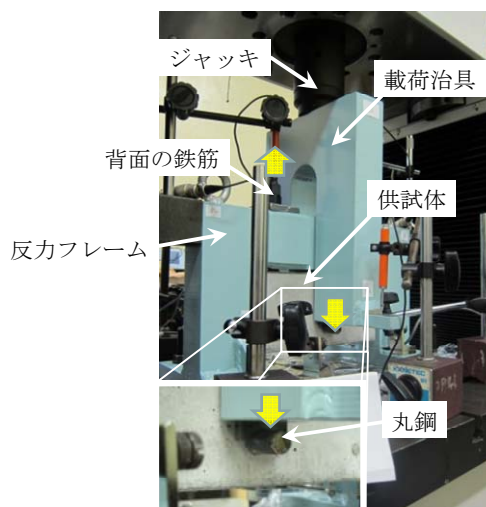


図2 実験状況

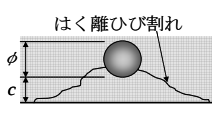
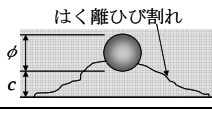
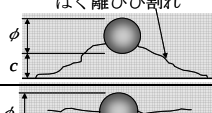
表1 供試体のパラメータ

No.	材質	かぶり mm	圧縮強度N/mm ²
C5	コンクリート	5	23.0
C10		10	
C20		20	
C30		30	
M5	モルタル	5	25.3
M10		10	
M20		20	
M30		30	

キーワード：鉄筋押抜き試験、かぶりコンクリート、はく離はく落、ひび割れ性状、鉄筋腐食量

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 （公財）鉄道総研 構造物技術研究部 コンクリート構造, TEL: 042-573-7281

表 2 ひび割れ状況 (コンクリートの例)

c	c/φ	ひび割れ状況	ひび割れ模式図 ¹⁾
5	0.4		
10	0.8		
20	1.5		
30	2.3		

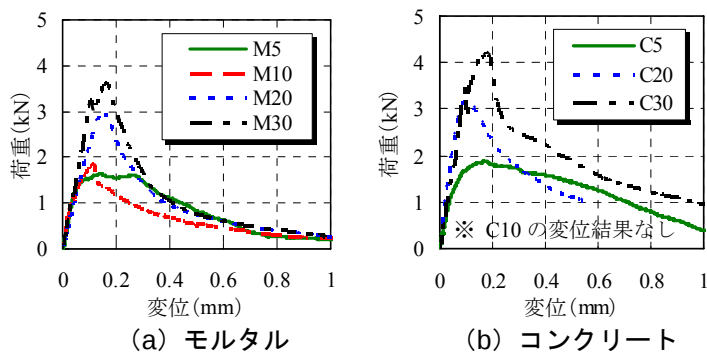


図 3 荷重－変位関係

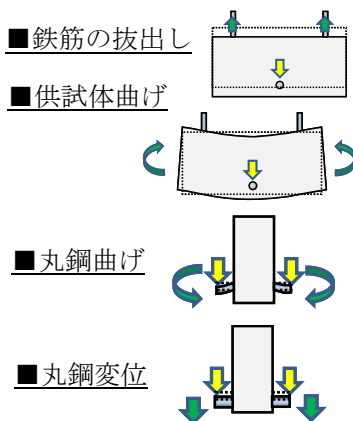


図 4 供試体に発生する変形

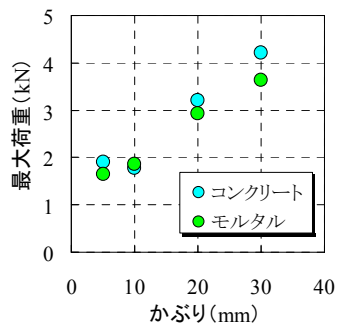


図 5 最大荷重とかぶりの関係

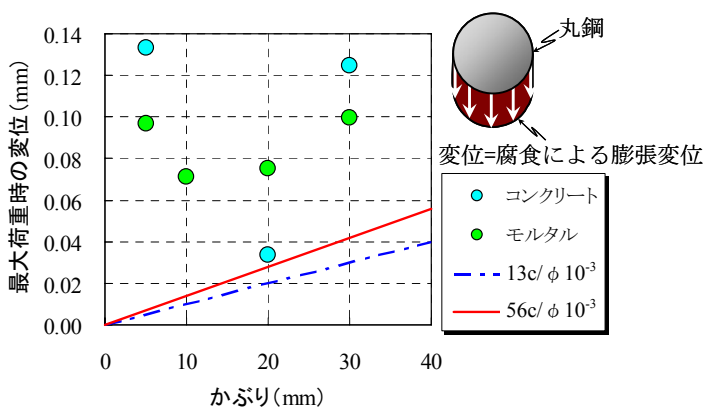


図 6 最大荷重時の変位とかぶりの関係

した. 図 4 に, 供試体に生じる変形を示す. モルタルでは, かぶりに関わらず初期剛性が一定である. M5 は, 荷重が最大値に達した後, 他と比べ緩やかに荷重が低下した. M10, M20 は, 最大荷重時まではほぼ直線的に荷重が増加し, ひび割れ発生後, M5 と比較して急激に荷重が低下した. M30 は, 鉄筋直下にひび割れ発生し, 一旦荷重が低下した後, 再び荷重が増加し, 水平方向のひび割れが生じて荷重が低下した. コンクリートも同様な傾向であった. 図 5 に, 最大荷重とかぶりの関係を示す. 最大荷重は, かぶりの増加に伴い増加した.

5. ひび割れ発生時の鉄筋腐食量

図 6 に, 最大荷重時の変位とかぶりの関係を示す. ここでは, 丸鋼の曲げ変形分を図 3 に示す変位から差し引き, 丸鋼の変位のみとした. 併せて, 鉄道維持管理標準³⁾ (以降, 鉄道標準) に示すひび割れおよびはく離はく落発生時の鉄筋腐食深さ ($13 \cdot c / \phi 10^{-3} \text{mm}$, $56 \cdot c / \phi 10^{-3} \text{mm}$) を示す. なお, 既往研究⁴⁾から鉄筋腐食深さと鉄筋腐食による膨張変位が同等であるとし, 鉄筋腐食深さはひび割れが発生する最大荷重時の変位と仮定する. 図 6 の結果, 最大荷重時の変位は, いずれの場合も鉄道標準よりも大きな値となった. かぶり 5mm 以外では, かぶりが大きくなると最大荷重時の変位が大きくなる傾向は鉄道標準と同様であった. ただし, 本論文では, 0.001mm 程度の極小の変位を測定しているため, 測定精度には課題があり, 信頼性のあるデータとは言い難い. また変形の分解も今後の課題である.

6. まとめ

- (1) かぶりと鉄筋径の比 c/ϕ が 2.3 以下でははく離ひび割れが発生し, 2.3 では鉄筋軸ひび割れとなった.
- (2) 荷重変位関係からひび割れ発生時の鉄筋腐食量を仮定した結果, かぶり 5mm 以外ではかぶりが大きくなると鉄筋腐食量が大きくなった. いずれの場合も鉄道標準よりも大きな値となった. なお, 測定精度や変形の分解等は, 今後の課題である.

【参考文献】 1) 堤知明ら: 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, pp.159-166, 1996.2 2) 轟ら: 鉄筋腐食によるかぶりコンクリート剥落の実態調査, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.1, 2010 3) (財) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等維持管理標準・同解説 (構造物編) コンクリート構造物, 丸善, 2007.1 4) 須田ら: 腐食ひび割れ発生限界腐食量に関する解析的検討, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.14, No.1, 1992