

鉄筋腐食により損傷を受けた RC 部材のコンクリートの拘束度の評価

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○阿部 哲雄
古川 雄太 学生会員 佐藤 綾桂
長岡 和真 正会員 村上 祐貴

1. はじめに

塩害や中性化による RC 構造物の腐食劣化は構造的に有意な鉄筋量を低下させるとともに、鉄筋とコンクリートの付着を劣化させる。

鉄筋腐食を生じた RC 部材の付着劣化性状に関する研究は多数実施されている。佐々木らは、鉄筋腐食に伴う付着劣化は、鉄筋軸に沿った腐食ひび割れによるコンクリートの拘束効果の低下の影響が大きいことを指摘している¹⁾。コンクリートの拘束度は、かぶりコンクリートのひび割れ状況に加えて、かぶり厚、コンクリートの圧縮強度といった構造諸元の影響を受ける。

そこで本研究では、かぶりコンクリートの腐食ひび割

れ幅に加え、圧縮強度やかぶり厚といった構造細目がコンクリートの拘束度に及ぼす影響について実験的に検討した。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

試験体を図-1 に示す。試験体には所定の位置に直径 22mm の円孔を設けた。円孔内に鋼管を挿入した後、鉄筋腐食を模擬するため、コンクリートと鋼管の間に静的破砕剤を充填した。静的破砕剤の膨張挙動は原田らによって、液圧的であることが報告されている²⁾。このことから、図-1(d)に示すように、コンクリート円孔に作用する拘束圧は鋼管に作用する圧力と等しくなるので、以下の手法から拘束圧を算出した。

鋼管の内曲面上に 2 軸のひずみゲージを貼り付け、鋼管に生じる円周方向と軸方向のひずみを測定した。拘束圧は膨張圧の反力として作用することから、式(1)に示す中空円筒理論に計測したひずみの値を代入して拘束圧を算出した。

$$-\sigma_n = p_0 = \frac{-E(k^2 - 1)}{2k^2(1 - \nu^2)}(\varepsilon_\theta + \nu\varepsilon_z) \quad (1)$$

ここで、 σ_n : 拘束圧(MPa), p_0 : 膨張圧(MPa), E : 鋼管の弾性係数(200000N/mm²), ε_θ : 円周方向ひずみ, ε_z : 軸方向ひずみ, k : 鋼管の外内径比(外径: 13.8mm, 内径: 9.2mm), ν : 鋼管のポアソン比(0.3)である。

また、試験体の側面中央部には π 型変位計を設置し、腐食膨張によるひび割れ幅を計測した。

2.2 試験体パラメーター

実験パラメーターを表-1 に示す。S0 シリーズは縦かぶり C_1 を 75mm, 60mm, 50mm, 40mm の 4 水準とし、横かぶり C_2 を 75mm と一定にした。水セメント比は 60%, 45%, 30% の 3 水準である。S1 シリーズは、かぶり厚を縦方向および横方向に変化させた試験体であり、水セメント比は 60% の 1 水準である。

表-1 実験パラメーター

シリーズ	試験体名	水セメント比 (%)	かぶり厚(mm)		圧縮強度 (N/mm)	最大拘束圧 (MPa)
			縦(C ₁)	横(C ₂)		
S0シリーズ	C75-75, W/C60%	60	75	75	31.6	11.8
	C60-75, W/C60%		60		2.63	8.0
	C50-75, W/C60%		50		32.4	6.5
	C40-75, W/C60%		40		30.4	4.9
	C75-75, W/C45%	45	75		37.4	11.5
	C60-75, W/C45%		60		36.3	9.5
	C50-75, W/C45%		50		39.3	7.3
	C40-75, W/C45%	30	40		43.1	4.9
	C75-75, W/C30%		75		52.2	14.2
	C60-75, W/C30%		60		49.7	11.9
	C50-75, W/C30%	60	50		47.8	9.2
	C40-75, W/C30%		40		55.5	7.3
C60-60, W/C60%	60		26.5	8.7		
S1シリーズ	C50-60, W/C60%	60	50	60	24.9	5.9
	C50-50, W/C60%		50	50	29.3	6.5
	C40-60, W/C60%		40	60	25.0	3.9
	C40-50, W/C60%		40	50	28.6	4.6
	C40-40, W/C60%		40	40	22.6	5.5

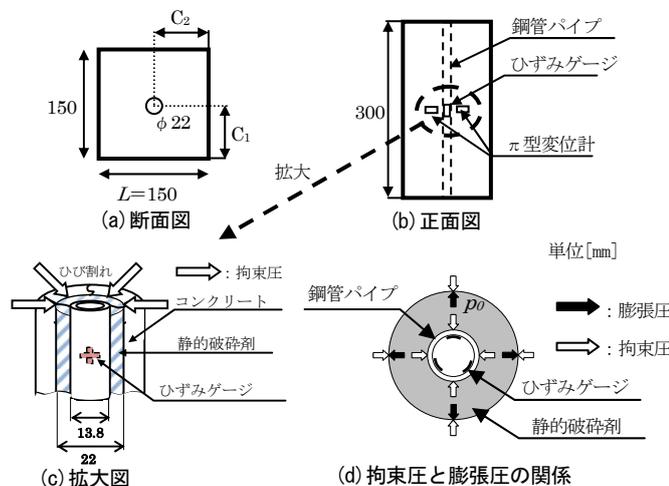


図-1 試験体形状

キーワード 鉄筋腐食, 腐食ひび割れ, 付着劣化, 拘束度

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 番地 長岡工業高等専門学校 TEL0258-34-9276

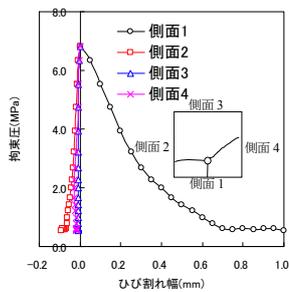


図-2 拘束圧とかぶり面のひび割れ幅

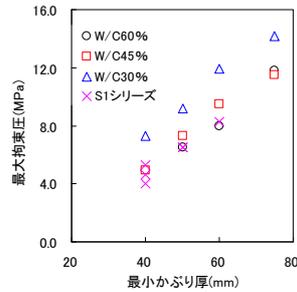
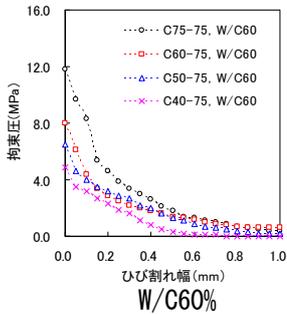
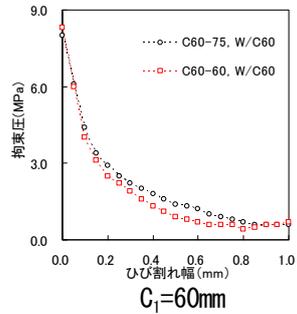


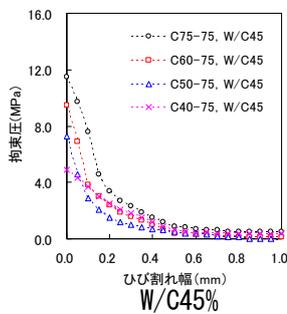
図-3 最小かぶり厚と最大拘束圧の関係



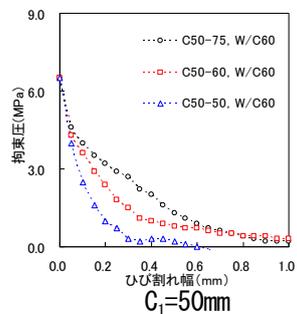
W/C60%



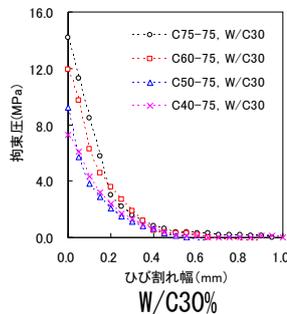
C₁=60mm



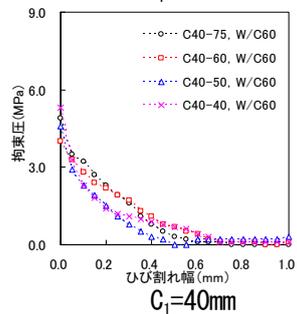
W/C45%



C₁=50mm



W/C30%



C₁=40mm

(a) S0 シリーズ

(b) S1 シリーズ

図-4 拘束圧とひび割れ幅の関係

3. 実験結果および考察

3.1 最大拘束圧にかぶり厚、圧縮強度が及ぼす影響

図-2 に一例として、試験体 C40-75, W/C30%の最大拘束圧を示した時点からの拘束圧と各ひび割れ幅の関係(側面1が最小かぶり面)を示す。図-2より、ひび割れは最小かぶり面において卓越して拡大した。この傾向は、いずれの試験体においても同様であった。

図-3 に最大拘束圧と最小かぶり厚の関係を示す。S0シリーズでは、圧縮強度および最小かぶり厚が大きいほど、最大拘束圧は増加する傾向にある。これより最大拘束圧は圧縮強度ならびに最小かぶり厚が影響していることが分かる。

S1シリーズでは、最小かぶり厚の増加に伴い最大拘束圧が増加する傾向はS0シリーズと同じであるが、横かぶりの違いによって最大拘束圧には差異がないことが分かる。これより、最大拘束圧は横かぶりの影響を受けず、最小かぶり厚に依存するものと考えられる。

3.2 最小かぶり面のひび割れ幅が拘束圧に及ぼす影響

図-4(a)にS0シリーズの最大拘束圧を示した時点からの拘束圧と最小かぶり面のひび割れ幅の関係を水セメント比毎に示す。全体的な傾向として、拘束圧はひび割れ幅が0.2mmに達するまでに、急激に低下し、それ以降は緩やかに低下した。また、ひび割れが1.0mm程になると拘束圧はほぼ消失した。図-4(b)に、S1シリーズの最大拘束圧を示した時点からの拘束圧と最小かぶり面のひび割れ幅の関係を同一最小かぶり厚毎ごとに示す。全体的な傾向として、S0シリーズと同様、ひび割れ幅の増加にしたがい拘束圧の低下が認められた。しかし、その低下量は試験体ごとに異なる傾向を示しており、横かぶりが小さいほど、拘束圧の低下量は同一かぶり面において大きくなる傾向を示した。

4. まとめ

本研究では、かぶりコンクリートの腐食ひび割れ幅に加え、圧縮強度やかぶり厚といった構造細目がコンクリートの拘束度に及ぼす影響について実験的に検討した。

以下に本研究で得られた結果を示す。

- 1) 圧縮強度および最小かぶり厚が大きくなると、最大拘束圧は増加する。
- 2) 拘束圧は最小かぶり面に生じるひび割れ幅が0.2mmに達するまでに急激に低下し、それ以降は緩やかに低下する。また、ひび割れ幅が1.0mm程度に達すると拘束圧はほぼ作用しないことが分かった。
- 3) ひび割れ幅の拡大に伴う拘束圧の低下量は、最小かぶり厚が同じであれば、横かぶり厚が小さいほど大きい。

謝辞 本研究は科研費(21760364)の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 佐々木淳, 丸山久一ら: 鉄筋の発錆が付着性状に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文報告集, vol.13, No.13, pp.139-144, 1991
- 2) 原田哲夫ら: 静的破砕剤を用いたコンクリートの解体に関する基礎的研究, 土木学会論文集, 第360号, pp.61