鉄筋腐食膨張圧がコンクリートの拘束効果に及ぼす影響

長岡工業高等専門学校　　学生会員　○佐藤綾桂
長岡工業高等専門学校　　正会員　　村上祐貴

1. はじめに

中性化や塩害に伴う鉄筋腐食劣化は，種々ある劣化の中でも比較的起こり易い劣化現象であり，構造性能に直接影響を及ぼす場合が多い．その為，鉄筋腐食劣化を生じた RC 構造物の耐荷性状や変形性状等の現有性能を定量的に評価することが急務の課題になっている．

現状において，鉄筋腐食した RC 構造物の現有の耐荷性状や変形性状を定量的に評価する有効な手法は確立されていない．現有性能の定量的評価を困難にする要因の 1 つとして，鉄筋腐食が鉄筋とコンクリートの付着応力性状に及ぼす影響が未解明であることが挙げられる．

鉄筋腐食に伴う鉄筋とコンクリートの付着劣化は，定着が不十分であると，主鉄筋の抜出しが生じる恐れがあり，その場合，耐荷力に及ぼす影響は非常に大きい[1)]．

鉄筋腐食に伴う付着劣化は腐食生成物の存在，リブや節の欠損，鉄筋軸に沿った腐食ひび割れの存在等によって生じることとなる．佐々木らは，その中でも特に，鉄筋腐食に伴い，かぶりコンクリートに発生する鉄筋軸に沿った腐食ひび割れがコンクリートの拘束効果を低減し，付着劣化に最も大きく影響していると報告している[2)]．

そこで本研究では，静的破砕剤を用いて腐食膨張圧を模擬し，コンクリートの拘束効果とかぶりコンクリートに発生するひび割れの関係について検討した．

2. 方法

2. 1　実験概要

コンクリートの配合を**表－1** に示す．試験体は**図－1** に示すように150mm×150mm×300mmの角柱供試体であり，所定の位置にφ22mm の円孔を設けた．孔内には鋼管パイプ（外径 13.8mm）を挿入した後，その隙間に静的破砕剤を充填する．鋼管パイプ中央部の内曲面には，2 軸のひずみゲージを 3 枚貼付け，鋼管軸方向と円周方向のひずみを測定した．また，試験体のかぶり厚が最も小さい面の中央部にはπ型変位型を設置してひび割れ幅を測定した．

円孔内の内圧は，鋼管に作用する外圧(p_0)と等しいことから，式(1)に示す中空円筒理論より算出した[3)]．

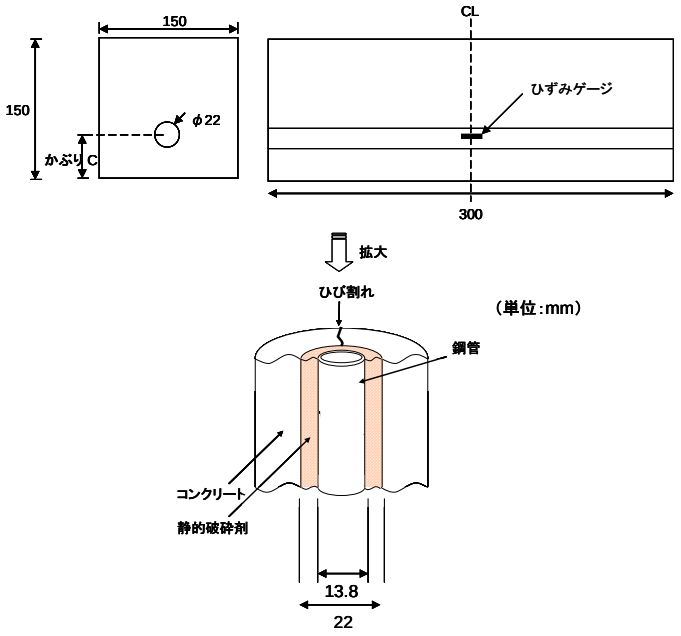
$$p_0 = \frac{E_s(k^2-1)}{2(1-\nu_s^2)}(\varepsilon_\theta + \nu_s\varepsilon_z) \quad (1)$$

ここで，ε_θ：円周方向ひずみ，ε_z：軸方向ひずみ，E_s：鋼管の弾性係数（200000N/mm^2），ν_s：鋼管のポアソン比（0.3），k：鋼管の外内径比（外径：13.8mm，内径：9.2mm）である．

実験パラメータおよび測定結果を**表－2** に示す.実験パラメータは芯かぶり厚であり, 75mm, 60mm, 40mm, 30mm の 4 水準である．なお，表中の内圧がブランクである試験体はひずみゲージが破損したため，データを取得できていない．

表-1　コンクリートの配合

粗骨材最大寸法 Gmax (mm)	スランプ (cm)	W/C (%)	空気量 (%)	細骨材率 s/a(%)	単位量(kg/m^3)				
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤
25	10±2.5	60	5±1	42	155	258	835	1039	2.58



図－1　試験体概要

キーワード　塩害，鉄筋腐食，付着劣化，拘束効果
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

表-2 実験パラメータ

試験体No.		かぶりC (mm)	圧縮強度 (N/mm^2)	内圧 (MPa)	平均 (MPa)
C75	1	75	25.8	11.3	11.0
	2			10.4	
	3			11.4	
C60	1	60	29.5	–	6.8
	2			6.5	
	3			7.2	
C40	1	40	30.4	5.6	5.2
	2			4.9	
	3			–	
C30	1	30	26.8	4.3	4.3
	2			–	
	3			–	

3. 実験結果および考察

本実験では，いずれの試験体においても，最小かぶり面において試験体軸方向にひび割れが発生した．

図－2 は，各試験体における内圧が最大値を示した時点からの内圧と最小かぶり面のひび割れ幅の関係を示したものである．同図に示すようにかぶり厚が大きい程，最大内圧は大きい．

図－3 は，最大内圧とかぶり厚の関係を示したものであるが，両者には非常に高い相関性が確認される．

図－4 は，各試験体の最大内圧からの減少率とひび割れ幅の関係を示したものである．全体的な傾向としては，ひび割れ幅が 0.2mm 程度まで拡がると，いずれの試験体においても内圧は最大内圧の 50%程度まで低下した．また，C30 を除く試験体は，ひび割れ幅が約 0.2mm 付近から内圧は緩やかな低下を示した．ひび割れ幅が 1.0mm の時点では，最大内圧の 10%程度まで内圧は低下した．内圧が完全に消失しなかったことは，最小かぶり面のひび割れ幅が支配的に拡がり，断面を貫通したひび割れが発生しなかったためであると考えられる。

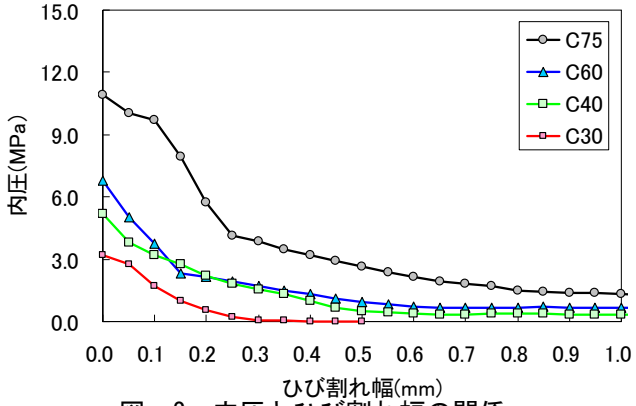
4. まとめ

本研究では，鉄筋軸に沿ったかぶりコンクリートのひび割れがコンクリートの拘束効果に及ぼす影響について検討を行い，以下の結果が得られた．

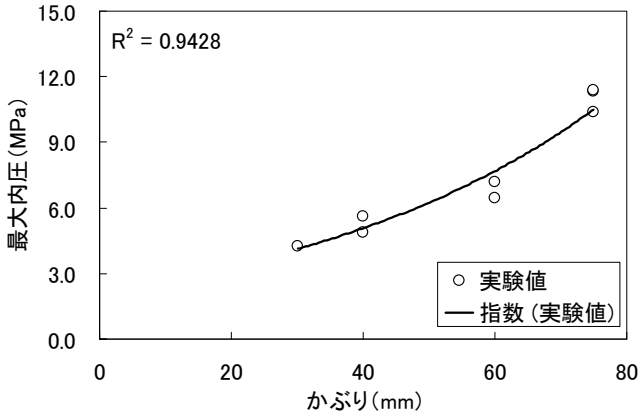
(1)かぶり厚が大きい程，最大内圧は大きくなり，かぶり厚と内圧最大値には，高い相関性が確認された．

(2)本実験の範囲内では，かぶり面のひび割れ幅 0.2mm 程度まで拡がると，内圧は最大内圧の約 50%以上低下した．

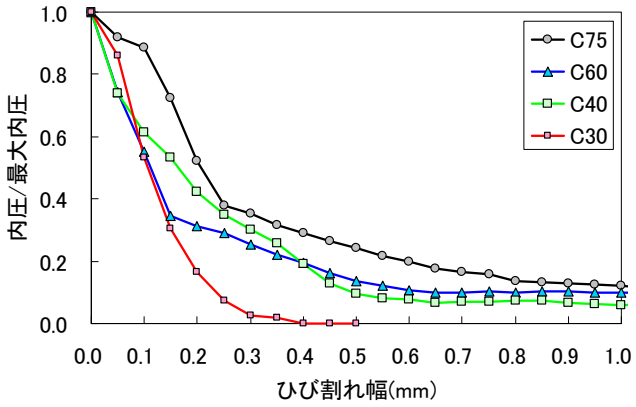
(3)ひび割れ幅の増加に伴う最大内圧からの減少率は，かぶり厚 75，60，40mm においては，ひび割れ幅が 0.2mm に達するまで急激に低下し，それ以降は緩やかに低下した．



図－2 内圧とひび割れ幅の関係



図－3 最大内圧とかぶり厚の関係



図－4 最大内圧からの減少率とひび割れ幅の関係

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)村上祐貴，大下英吉，鈴木修一，堤知明：鉄筋腐食した RC 梁部材の残存耐力性状に及ぼすせん断補強筋ならびに定着性能の影響に関する研究，土木学会論文集 E，vol.64，No.4，pp.631-649，2008.12

2)佐々木淳，丸山久一，清水敬二，米田直也：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

3)原田哲夫，出光隆，渡辺明：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．61-70，1985