コンクリートの収縮が RC 部材のひび割れ幅に及ぼす影響

長岡技術科学大学大学院	学生会員	齋藤	明幸
東日本旅客鉄道株式会社		鈴木	健一
長岡技術科学大学	正会員	下村	匠

1.はじめに

コンクリートの収縮が,鉄筋コンクリートの曲げひ び割れ幅に及ぼす影響は大きいことは従前指摘されて いる.設計においてひび割れ幅を厳格にコントロール する必要性は高まっている.一方,コンクリートの高 強度化に伴いコンクリートの収縮対策が必須となって いる.本実験では,材齢初期の収縮量の差が RC 部材の ひび割れ幅に及ぼす影響について検討を行った.

2.実験概要

実験に用いた試験体は図 - 1 に示すように 150×150 ×2000mmのコンクリート角柱の中心に D22 相当のね じ節 PC 鋼棒(弾性係数=204GPa,降伏強度=1044MPa) を 1 本配置した(鋼材比=1.72%)ものである. 純かぶ りは 52.8mm となる.

作製した試験体の一覧および実験に使用したコンク リートの配合を表 - 1 に示す.No.1 試験体には普通コ ンクリートを用いた.No.2,No.3 試験体には高強度コ ンクリートを用いた.No.3 は No.2 の配合に膨張材を 混入し,収縮低減を図った.

コンクリート打設後は材齢21日まで封緘養生を行い, その後引張試験まで気中養生とした.No.1 試験体は材 齢 42 日, No.2,3 試験体は材齢 28 日で載荷を行った. RC 試験体と平行して 100×100×400[mm]の角柱供試 体の打設直後からの自由収縮の経時変化を埋込み型ひ ずみ計により測定した.

引張試験は油圧ジャッキにより鋼材に両端から引張 力を加力した.試験体の中央1500mmの区間を試験区 間とし,対象区間の伸びをワイヤーおよび引張型変位 計で計測した.ひび割れは,試験区間内に生じたひび 割れのうち,断面を貫通したもののみを検討対象とし た.ひび割れ発生直後にマイクロスコープまたはクラ ックスケールで初期ひび割れ幅を計測し,ひび割れを またぐように渦電流式非接触変位計および計測用治具 を設置してその後のひび割れ幅の変化を測定した.

3.実験結果

打設から載荷までの自由収縮の経時変化を図 - 2 に, 部材中央位置の鋼材ひずみから算出した拘束応力と有

表-2 載荷時のコンクリートの強度試験結果

		圧縮	弾性	引張	曲げ			
		強度	係数	強度	強度			
		[MPa]	[GPa]	[MPa]	[MPa]			
No.1	普通コンクリート	39.6	35.7	2.82	4.28			
No.2	高強度コンクリート	81.1	50.2	4.87	6.98			
No.3	高強度収縮低減	94.6	43.4	4.72	6.45			

				110.0		11.0//-20	04.0	-10.4	L
•			200	00					
							<u> </u>		
	-	<mark>-</mark>	_		<u> </u>				[
◆ 250 鉄筋比	4 2 50	250	250	250	250	250		250	•
p=387.1	/(150 × 150)=	1.72%	鉄筋用ひずみ 図 - 1 試験	▶ゲージ ね 休形状	aじ節PC鋼棒(D2	2) ス	パイラル	∨筋(D6)	

<u> </u>	
表 - 1 示方配台	^
畄位号 (ka/m^3)	

	単位量(kg/m ³)							借去
	水	セメント	高炉スラグ	シリカフューム	細骨材	粗骨材	膨張材	
No.1	148	379	-	-	645	1191	-	普通コンクリート
No.2	170	510	340	43	545	739	-	高強度コンクリート
No.3	170	490	340	43	545	739	20	高強度収縮低減

キーワード 自由収縮 , 有効ひずみ , ひび割れ幅 , 拘束応力

連絡先 940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 TEL 0258-47-1611-6310



図 - 3 拘束応力 - 有効ひずみ関係

効ひずみの関係を図 - 3 に示す.高強度コンクリート No.2, No.3 の材齢初期の収縮は大きいが,脱型前の拘 束応力は小さい.これは,この間のコンクリートの弾 性係数がまだ小さいためであると考えられる.また, No.3 試験体の収縮量,拘束応力は No.2 試験体に比べ 膨張材の使用によりおよそ半減した.

ー軸 RC 試験体の載荷試験時の強度試験結果を表 - 2 に示す.試験区間における部材ひずみ - 最大および平 均ひび割れ幅関係を図 - 4 に示す.高強度コンクリート の最大ひび割れ幅は,普通コンクリートよりも低減さ れる傾向が認められた.平均ひび割れ幅はコンクリー トの種類による差は見られなかった.

4. ひび割れ幅算定に関する検討

RC 部材中では載荷前のコンクリートの収縮が鉄筋 に拘束され,コンクリートには引張応力・ひずみが, 鉄筋には圧縮応力・ひずみが蓄積されており,ひび割 れが発生するとこれらが解放される.このことは,谷 村・佐藤らにより指摘されており,これを考慮した解 析を行うことで,変形,ひび割れを含む部材の挙動が 合理的に表現できることが報告されている¹⁾.



図 - 4 部材ひずみ - 最大および平均ひび割れ幅



ここでも,載荷前のコンクリートの収縮の拘束を考 慮して,式(1)により,ひび割れ幅を算定した.

$$w_{cal} = l\{(\varepsilon_s + \varepsilon_0') + \varepsilon_{sh}'\}$$
(1)

ここに, w_{cal} : ひび割れ幅の算定値, l: ひび割れ間隔 の実測値の最大値または平均値, ε_s :載荷試験におい て観察された部材ひずみ, ε'_0 :載荷直前の拘束ひずみ の実測値, ε'_{sh} :載荷時におけるコンクリートの自由収 縮ひずみの実測値である.図-5にNo.3 試験体の部材 ひずみ-最大および平均ひび割れ幅関係の算定値と実 験値を比較した.最大ひび割れ幅は少し不一致が見ら れたが,平均ひび割れ幅はよく一致している.

謝辞:本研究の実験を進めるにあたり,プレストレストコン クリート技術協会「高強度コンクリート PC 構造物研究委員 会」のご支援をいただいた.実験材料は,株式会社プロダク ト技研,電気化学工業株式会社,高周波熱錬株式会社にご提 供いただいた.付記して謝意を表す.

参考文献

 谷村 充,佐藤良一,平松洋一,兵頭彦次:若材齢 時長さ変化を考慮した RC 曲げ部材のひび割れ・変 形の一般化評価方法,土木学会論文集,No.760/ V-63,pp.181-195,2004.5.