

京 都 大 学 工 員

岡田 清

オリエンタル コンクリート

八田 幸弘

京 都 大 学 学 生 員

O.M.A. ママイミ

I. まえがき

コンクリート構造物の大型化に対処するため、あるいは自重の軽減の一つの方向として、高強度コンクリートの使用が考えられる。しかしながら、コンクリートが高強度になると、より脆性的になってくるため、構造部材としての延性が減少する恐れも生ずる。本研究は、高強度コンクリートの材料特性と部材として用いた時の特性を、とくにその脆性に注目して普通強度のコンクリートとの対比の上で検討を行なうものである。すなわち剛性試験機を用いて、下降域 (falling-branch) までのコンクリート応カーヒズミ関係を求めると共に、鉄筋コンクリートはりの載荷試験における下降域までの曲げモーメント-曲率の関係と求め、両者の対比により高強度コンクリートを用いた部材の脆性について検討を行なう。

II. 使用材料および試体作成、試験方法

1. 使用材料 普通強度コンクリートに対しては、普通ポルトランドセメント、成陽産山砂 (比重=2.63, 吸水量=2.99%, F.M.=2.83) および鞍馬産碎石 (比重=2.63, 吸水量=1.20%, M.S. 15mm) を使用した。高強度コンクリートに対しては、早強ポルトランドセメント、鬼怒川産川砂 (比重=2.64, 吸水量=1.90%, F.M.=6.56), 鬼怒川産王砕石 (比重=2.60, 吸水量=1.75%, F.M.=6.56, M.S. 15mm) および多環アロマスルホン酸塩系の高性能減水剤 (N.L.-1400) を使用した。また主鉄筋として SD35 (D10, D16, D19) と、そして、スターラップおよび組立て鉄筋として $\phi 6$ の伸線を使用した。

2. 試体の作成 コンクリートの応カーヒズミ関係の測定には、 $\phi 10 \times 20$ cm の円柱試体を使用した。はり試体の寸法は $10 \times 20 \times 160$ cm である。コンクリートの強度は、240, 570, 800 kg/cm^2 を目標にした。はりの鉄筋比 (ρ) はそれぞれ 0.84, 2.34, 3.37% とした。これは終局耐力時の中立軸比に相当する鉄筋指数 (ρ) と一定にするためである。

3. 試験方法 コンクリートの応カーヒズミ関係を求める載荷試験には剛性試験機 (容量 200t) を用い、変形計測は、試験機の圧盤間変位と荷重の関係による変形制御により行なった。はり試体の載荷はスパン 130 cm ($50 + 30 + 50$) とし、対称 2点載荷を行なった。載荷時において上下縁コンクリートひずみ、鉄筋ひずみ、中央変位 δ のひずみ、およびはり上下縁よりそれぞれ各 4 cm の位置にヒロつけにダイアルゲージ変位計による断面の回転を測定した。

III. 実験結果と考察

剛性試験機より得られたコンクリート応カーヒズミ曲線を図-1に示す。これは応カーヒズミ曲線をそれぞれ最大応力とその時のひずみ ϵ_1 とし、無次元化した応カーヒズミ曲線である。図よりコンクリートが高強度になるほど最大応力 σ を載えてからの下降域の勾配が大となり、脆性的になることがわかる。

はりの実験結果およびコンクリートの諸強度を表-1に示す。本実験より得られた荷重- δ のひずみ、およびモーメント-曲率曲線を図2~6に示す。図からみて、はりの中央変位 δ のひずみと曲率は、コンクリートが高強度になるほど最大荷重以後の耐力低下が著しくなる。R-A では鉄筋が降伏した後荷重が増大しているが、R-B, および R-C では、この降伏は短かい。これは鉄筋指数を一定にするためコンクリート強度が小さくなるほど鉄筋比も小さくし、これにもよるであろう。ここで、コンクリート応カーヒズミ曲線とはりのモーメント-曲率関係について、最大応力または、はり降伏荷重以降に示される延性の性状を比較する。

表
1
/

コンクリート 種類	コンクリート 圧縮強度 (kg/cm^2)	コンクリート 引張強度 (kg/cm^2)	コンクリート 引張弾性係数 (kg/cm^2)	コンクリート 引張弾性係数 (kg/cm^2)	コンクリート 引張弾性係数 (kg/cm^2)	鉄筋 引張強度 (kg/cm^2)	鉄筋 引張弾性係数 (kg/cm^2)	鉄筋 引張弾性係数 (kg/cm^2)	ρ	ρ_y (kg/cm^2)	ρ_x (kg/cm^2)	ρ_y (kg/cm^2)
R-A-1	240	283	29.9	28.5	2.88	0.839	3.967	0.1176	1.011	0.952	1.06	1.06
A-2									1.011			1.06
B-1	600	703	62.0	49.7	3.83	2.337	3.427	0.1139	2.473	2.113	1.17	1.17
B-2									2.469			1.16
C-1	800	923	74.8	50.3	3.80	3.371	3.333	0.1219	3.203	2.800	1.14	1.14
C-2									3.251			1.16

コンクリートの応力-ひずみ曲線(図-1)と
はりの荷重たわみばい
れ曲率グラフ(図2-6)
のそれぞれ下降域に
おいて、図-1では相
対最大応力、図2-6では
降伏荷重を100%とし
て、それぞれの相対応
力、荷重に対応する相対ひ
ずみ、たわみばいれ曲率の
変化を表2,3に示す。この
表からコンクリートは高強
度になると、最大応力以後、
応力の低下が急激になるが、
この高強度コンクリートを
はりに用いた場合は、降伏
荷重あるいは、降伏曲げモ
ーメント以降のたわみ、ある
いは曲率の増大は、コンク
リート自身の延性にくらべ
て非常に大きい。すなわち
コンクリートは高強度にな
るにつれて、より脆性的と
なるが、それと鉄筋コンク
リートのはりとする場合、
やはり靱性を持っているこ
とを示すものである。

図2 荷重-中央点たわみ関係曲線
R-A

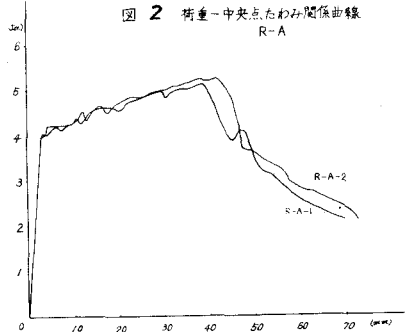


図3 荷重-中央点たわみ関係曲線
R-B

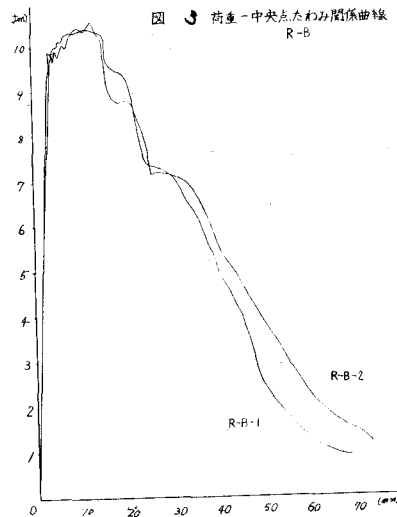


図4 荷重-中央点たわみ関係曲線
R-C

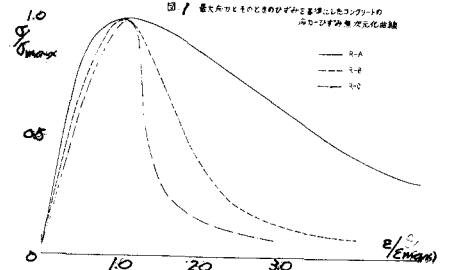
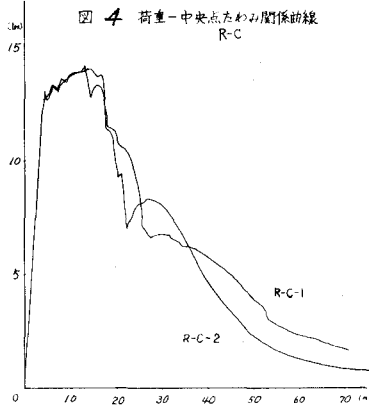


図5 モーメント-曲率関係曲線
R-A

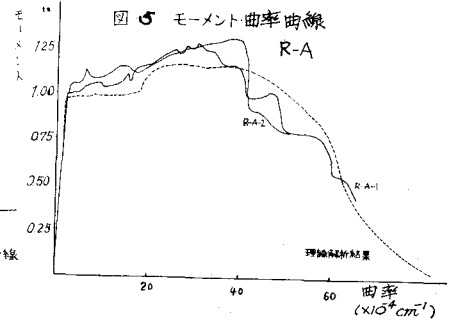


図6 モーメント-曲率関係曲線
R-C

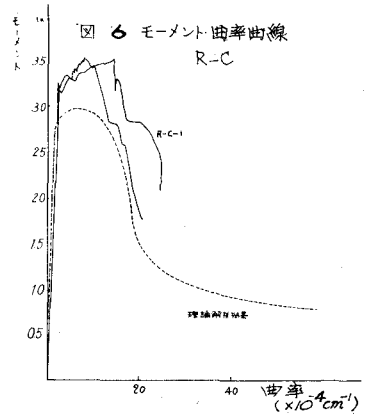


表-2 荷重レベルとはりのたわみ(%)

(* δ_y は降伏点のたわみ)

	100%	90%	50%
A			
R-A	14.2	14.6	(21)
R-B	3.8	4.5	10.5
R-C	3.8	4.0	7.4

コンクリートのひずみ(ϵ/ϵ_{max})と鉄筋のひずみ($\epsilon_y/\epsilon_{max}$)

	90%		50%	
	コンクリートのひずみ	鉄筋のひずみ	コンクリートのひずみ	鉄筋のひずみ
B				
R-A	1.8	8.1	3.5	6.0
R-B	1.3	3.6	1.8	5.8
R-C	1.2	3.3	1.3	5.7

表-3 荷重レベルとはりの曲率(%)

	100%	90%	50%
R-A	20.5	23.1	32.0
R-B	7.0	9.3	(16.0)
R-C	6.8	7.6	(11.5)

(* ϕ_y は降伏点の曲率)

コンクリートのひずみ(ϵ/ϵ_{max})と
(ϵ_y/ϵ_y)/(ϵ/ϵ_{max})

	90%		50%	
	コンクリートのひずみ	鉄筋のひずみ	コンクリートのひずみ	鉄筋のひずみ
R-A	1.8	12.8	3.5	9.0
R-B	1.3	7.4	1.8	8.9
R-C	1.2	6.4	1.3	8.8