

軽量コンクリート部材を用いた合成柱の正負交番載荷実験

○（株）錢高組 土木本部技術部
九州大学 大学院 工学研究院
九州大学 大学院 工学研究院
（株）錢高組 土木本部技術部

正会員 山花 豊
フェロー 大塚 久哲
正会員 矢葺 亘
正会員 谷野 洋一

1. はじめに

近年、コンクリート充填角形鋼管（CFT部材）を支持工に兼用して、そのCFT部材をRC巻き立て施工してアーチリブを完成させるコンクリートアーチ橋が建設されている。筆者らは、これまでこのようなアーチ橋を対象として、特に耐震性に着目し、この鋼管部材を考慮することで経済性が図れることを明らかにするとともに¹⁾、普通コンクリートを用いた合成柱部材モデルの正負交番載荷実験を行い、その復元力特性も明らかにした。²⁾長大コンクリートアーチ橋の建設費コストには架設費の占めるウェイトが大きいため、コスト縮減策のひとつとして軽量化が挙げられる。近年、国内でのPC橋への適用をきっかけに、中国の黄河堆積粘土を使用した高性能軽量骨材が開発されるなど、土木構造物への軽量コンクリートの普及が期待される。筆者らは、このような軽量コンクリートを合成アーチ橋に適用することで、さらなるコストダウンの可能性があると考えている。³⁾

そこで、軽量コンクリート構造物の耐震性を確認するため、中国製の骨材を用いた軽量コンクリート合成柱部材の供試体を用いて正負交番載荷実験を行った。本稿では、その実験結果から、普通コンクリートと比較して、軽量コンクリート合成柱の荷重 - 変位関係、部材の復元力特性に関する考察を述べる。

2. 実験概要

模型供試体は全て矩形充実断面の柱型モデルで、100mスパンのコンクリートアーチ橋の試設計結果を基に、一般的な実橋梁の約1/5の外形寸法で設計した。表-1に供試体緒元を、図-1に本年度の供試体概略図をそれぞれ示す。供試体の断面寸法は400mm×500mm、300mm×500mmの2通りとし、コンクリートの目標設計基準強度は、

表-1 供試体緒元

供試体名	柱寸法 (mm)	主鉄筋 径×本数 (mm)	主鉄筋断面積 (cm^2)	鋼管フランジ寸法 (mm)	鋼管フランジ断面積 (cm^2)	鉄筋・鋼管比	鋼管の付着 応力 (N/mm^2)	軸圧縮 強度 (N/mm^2)	備考
J08	400×500	D16×4本	7.944	3.2×150	4.80	1.655	シベル有	4	複合構造モデルの基本ケース(前年実験)
J09	300×500	D16×3本	5.958	2.3×160	3.68	1.619	シベル有	10	J08に対して軸圧縮力を高めたもの
J10	400×500	D16×4本	7.944	3.2×150	4.80	1.655	シベル有	4	軽量コンクリート：J08のコンクリート材料を変えたもの
J11	300×500	D16×3本	5.958	2.3×160	3.68	1.619	シベル有	10	軽量コンクリート：J10に対して軸圧縮力を高めたもの

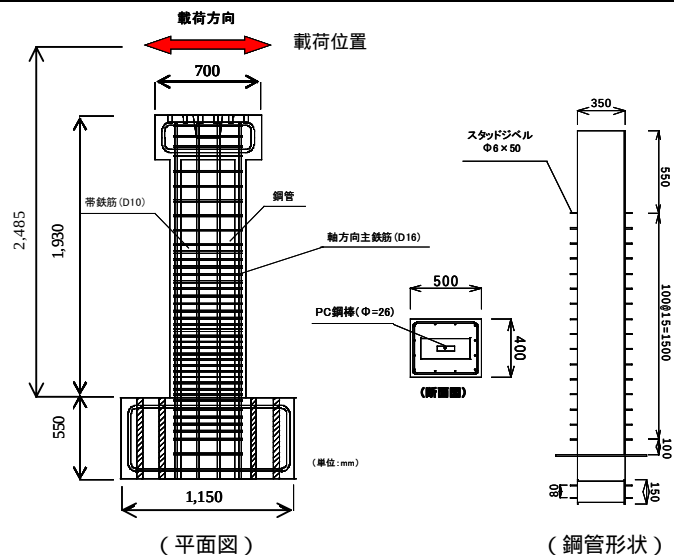


図-1 実験供試体図

$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$ とし、鉄筋はSD345、鋼管はSS400を用いた。載荷方法は、2軸載荷装置を用いて一定軸圧縮応力の下での柱頭部を載荷点とする水平方向正負交番の漸増載荷(せん断スパンは2.485m)とした。柱基部の軸方向主鉄筋に貼付した歪みゲージが降伏歪みに達した時の載荷点水平変位を実験上の降伏変位 δ_y とし、その後は変位制御でその整数倍の変位を片振幅とした交番載荷を行った。

3. 荷重 - 変位関係

図-2に実験結果から得られた各供試体の荷重 - 変位関係(P - δ 履歴曲線)を示す。各供試体とも軸方向主鉄

キーワード：軽量コンクリート，合成柱，合成アーチ，復元力特性，正負交番載荷実験

連絡先：〒163-1011 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パルク 24F tel.03-5323-5761 fax.03-5323-5768

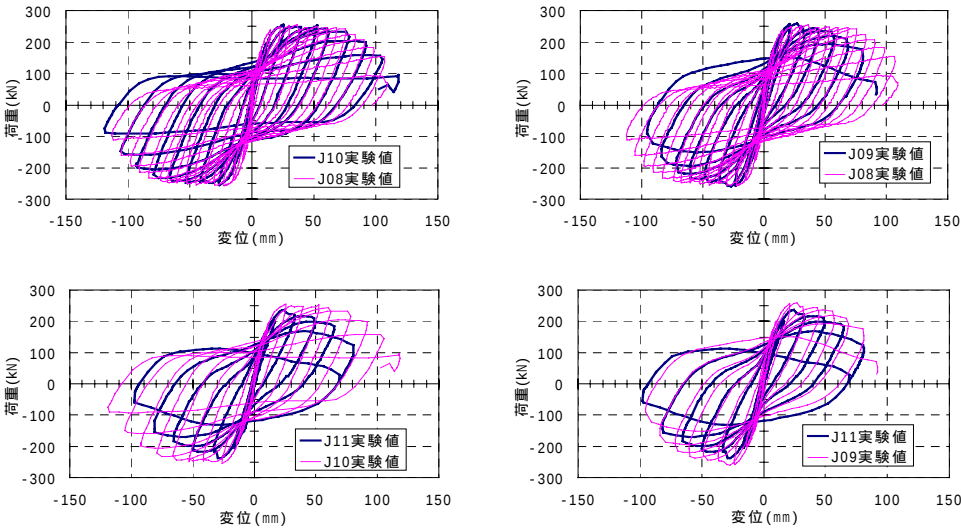


図-2 荷重 - 変位関係

表-2 各供試体の実験結果の比較

		J08	J09	J10	J11
		普通コンクリート		軽量コンクリート	
		前年実験	今回実験		
降伏時荷重 (kN)	負側載荷	-175.5	-201.5	-191.7	-202.4
	正側載荷	183.4	201.4	191.6	202.4
降伏時変位 (mm)	負側載荷	-7.1	-13.0	-14.2	-16.1
	正側載荷	8.0	10.4	11.3	16.1
最大耐力 (kN)	負側載荷	-256.9	-255.8	-247.6	-213.7
	正側載荷	248.1	256.4	254.1	218.3
終局時*塑性率	負側載荷	-11.0	-3.0	-5.0	-3.0
	正側載荷	10.0	3.0	5.0	3.0
終局時*変位 (mm)	負側載荷	-82.9	-36.3	-63.7	-32.7
	正側載荷	75.6	31.8	60.4	32.5
靱性率	負側載荷	11.8	2.8	4.5	2.0
	正側載荷	9.4	3.1	5.3	2.0

*：終局時とは、柱基部の圧縮側かぶりコンクリートが剥落し、耐力が大幅に低下し始めた状態とする。

負側（供試体L面方向）載荷時は－，正側（R面方向）載荷時は＋で表す
筋の降伏（±δy）以降，塑性率（＝載荷点変位δ／δy）2～3程度で最大耐力を示し，その後かぶりコンクリートが剥離・剥落して徐々に耐力が低下する履歴を描いている．軽量コンクリート供試体（J10）と普通コンクリート供試体（前年実験J08）との比較においては，荷重履歴曲線の包絡線としてはほぼ一致した．変位については，弾性係数が普通コンクリートに比べ小さいため，同荷重レベルでの変位は大きくなり，靱性率も半分程度に低下している．

高軸力供試体の実験結果では，かぶりコンクリートの剥離は普通コンクリート（J09）の場合は±3δy，軽量コンクリート（J09）の場合は±2δyで生じ，最大耐力直後にコンクリートが剥離し，その後耐力は低下していった．これに対し，中軸力供試体では，普通・軽量コンクリート供試体とも最大耐力後もかぶりコンクリートは剥離せず，それぞれ±10δy，±5δyで剥離し，その後耐力の低下がみられた．

高軸力供試体（J09，J11）では中軸力供試体ほど同荷重レベルでの変位の差はみられず，耐力，靱性とも軽

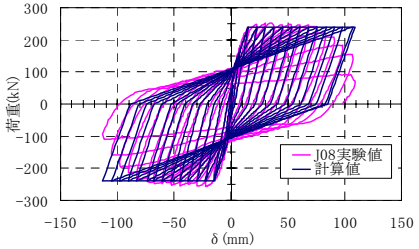


図-3 J08 履歴復元力特性

量コンクリート供試体（J11）の方がやや劣っているものの，ほぼ同等であるといえる．

4．復元力特性

図-3 に J08 供試体の実験値と武田モデルの履歴復元力特性

性を示した．軽量コンクリート供試体についての除荷剛性については，ほぼ同程度であり，武田モデルで概ね評価できるといえる．

高軸力供試体に関しては，早期に耐力低下するため，武田モデルでは評価できず，JR 総研の SRC モデルの方が妥当であると考ええる．

5．まとめ

今回，3 体の供試体について正負交番載荷実験を行い，前年の実験結果を踏まえて以下の結論を得た．

- ・ 軽量コンクリートを用いた合成柱供試体の曲げ変形は普通コンクリートとほぼ同程度の曲げ耐力を有する．
- ・ 軽量コンクリート供試体の場合，普通コンクリート供試体に比べ，同荷重レベルでの変位は大きくなり，靱性も低い．高軸力レベルではその差は小さくなる．
- ・ 高軸力下では，普通・軽量コンクリート供試体とも早期にかぶりコンクリートが剥離し，それ以降，耐力低下があらわれる．
- ・ 高軸力下では，復元力特性は武田モデルでは評価できない．

<参考文献>

- 1) 谷野，大塚，山花：合成アーチ橋の耐震性に関する一考察（その1，2），土木学会第 56 回年次学術講演会講演概要集，平成 13 年 10 月
- 2) 山花，大塚，矢貫，谷野：RC 巻き立てコンクリート充填鋼管部材の復元力特性に関する実験的研究，土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集，平成 14 年 9 月
- 3) 山花，大塚，星，秋山：高性能軽量コンクリートのアーチ橋への適用に関する一考察，構造工学論文集，2003 年 3 月