

大阪大学工学部 フェロー 松井繁之 大阪大学工学部 学生員 ○土谷逸郎
 大阪大学大学院 学生員 李 泳昊

1. はじめに

平成7年1月17日の兵庫県南部地震以降、RC橋脚におけるじん性向上が大きな課題となっている。

従来よりRC橋脚のせん断補強としてらせん鉄筋工法はコアコンクリートへの拘束力が強いことから中心圧縮力に対し有効であることが知られているが、施工性が悪いため帯鉄筋が広く用いられてきた。しかし最近、らせん鉄筋の巻き立て工法が新しく開発され、施工性が画期的に向上した。そこで本研究ではらせん鉄筋をRC橋脚に用い、地震状況下での橋脚のじん性向上を期待して帯鉄筋及びらせん鉄筋を用いた円形橋脚の正負交番荷重による模型実験を行い、帯鉄筋との比較よりらせん鉄筋のじん性向上効果を検討する。

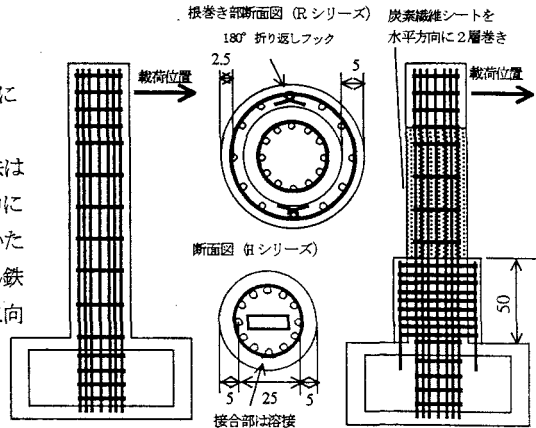


図-1 供試体概要図 (左: Hシリーズ 右: Rシリーズ) 単位: cm

表-1 供試体の諸元

供試体名		H001	H002	H003	S001	S002	S003
断面 (mm)		φ35					
軸方向鉄筋	使用鉄筋	SD295, D13					
	本数	12					
	鉄筋比 (%)	1.67					
せん断補強	使用鉄筋	SD295, D10		SD295 D6		SD295, D10	
	巻き立て方法	帯		らせん			
	間隔 (cm)	20	10	9	10	6.5	
	鉄筋比 (%)	0.46	0.92	0.46	0.92	1.38	

2. 円形橋脚の正負交番荷重実験

2.1 実験供試体

実験供試体の概要図を図-1に、供試体の諸元を表-1に示す。

新設供試体は柱部に帯鉄筋・らせん鉄筋を用いてせん断補強筋量をパラメータとした。また、帯・らせんそれぞれの形状の違いによるじん性向上効果を検討するため、帯鉄筋の接合部にフックは設けず、溶接した。修復供試体は破壊後のH001、H002を用いて断面修復し、根巻き上部水平方向に炭素繊維シートを2層巻き立てた後、根巻きコンクリート補強を行った。根巻き部には巻き立て方法をパラメータとして、帯鉄筋・らせん鉄筋を配置する。帯鉄筋の接合部には180°の折り返しフックを用いた。

2.2 荷重方法

荷重実験は図-2の装置を使用、供試体を鉛直に固定した状態で死荷重反力に相当する一定軸力9.6tf(10kg/cm²)を与えながら円柱部載荷点の油圧ジャッキにより水平荷重を加えて行った。円柱基部から載荷点までの高さは1.5m、せん断支間比はh/d=5.9である。

降伏変位(1δ_y)については、まず降伏荷重を「引張力を受けている軸方向鉄筋の合力位置が降伏するときの荷重」と定義し、その時の変位を降伏変位としてその整数倍の変位を正負交番で荷重した。今回の実験では降伏断面を新設供試体では円柱基部、修復供試体では根巻き上部としてそれぞれ1δ_y=12.0mm、10.1mmとした。また、各変位における荷重の繰り返し回数は1回とした。

供試体名		RCHA	RCRA
ベース		H001	H002
根巻き部	使用鉄筋	SD295 D10	
	本数	8	
軸方向鉄筋	鉄筋比 (%)	0.96 (根巻き断面中)	
根巻き部	使用鉄筋	SD295 D6	
	巻き立て方法	帯	らせん
せん断補強鉄筋	間隔 (cm)	5	
	鉄筋比 (%)	0.62 (全断面中)	

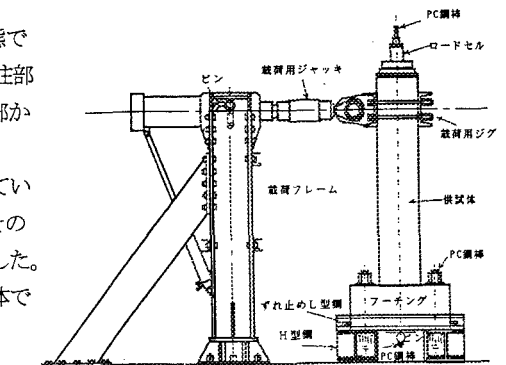


図-2 荷重装置

3. 結果

3.1 荷重-変位関係

各変位における最大荷重をつないだ破壊包絡線の、Hシリーズ・Sシリーズの比較を図-3に、Rシリーズの比較を図-4に示す。また、各供試体のじん性率・最大荷重を表-2に示す。

新設供試体では最大荷重・破壊包絡線に関して見ると、5つの供試体の間でほとんど差がない。また、じん性率について見ると、せん断補強鉄筋量によらず巻き立て間隔によってじん性率が増加していることが分かる。これは帯鉄筋の接合部を溶接したことで、フックによって接合部分が開くことから生じる耐力低下がなかったためであると考えられ、帯・らせんの形状による破壊挙動に大きな違いは生じなかったといえる。そのため、せん断補強筋の巻き立て間隔がじん性率に強く影響するという結果を得るにこどまった。

修復供試体では包絡線において帯鉄筋供試体で $-9\delta_y$ 以降耐力が低下している一方、らせん鉄筋供試体では大きな耐力低下が見られず、 $16\delta_y$ まで安定した変形能を保持した。また、らせん鉄筋によるじん性率の増加は帯鉄筋供試体と比べ10%増となった。帯鉄筋供試体の載荷途中での耐力低下は、帯鉄筋の接合部に用いられたフックが開いたことにより生じたものと思われる。なお、帯鉄筋のフックが開いた状況は実験中に破壊した根巻き上部において確認された。

3.2 エネルギー吸収能

1サイクルごとの荷重-変位曲線が囲む面積は、そのサイクル内に橋脚が吸収した履歴エネルギーを表わしている。サイクルごとの吸収エネルギーを終局まで累積し、この総和を累積吸収エネルギーとして各供試体の累積吸収エネルギー-変位関係を求め、そのうちのHシリーズ・Sシリーズの比較を図-5、Rシリーズの比較を図-6に示す。

新設供試体では、H001を除いて、各供試体ともほぼ同一のエネルギー吸収能を持っている。これは、H001を除く供試体が、10cm前後の巻き立て間隔を持っているために同様の破壊挙動を示したと考えられるからである。

修復供試体に関しては、破壊包絡線で帯鉄筋供試体の耐力低下が見られたものの、累積吸収エネルギーではらせん鉄筋供試体とほぼ同等のエネルギー吸収能を示している。これは帯鉄筋に用いられた 180° の折り返しフックが、連続的ならせん鉄筋と同程度の拘束効果を発揮したためであると思われる。

4. まとめ

新設供試体・修復供試体共に、らせん鉄筋と帯鉄筋のじん性向上効果はほぼ同等であるといえる。ただし、らせん鉄筋が連続であるという点においてらせん鉄筋は帯鉄筋に比べ安定した拘束力を発揮した。

参考文献

- 1) 岡田清ら：鉄筋コンクリート工学 鹿島出版会 昭和62年
- 2) 土木学会コンクリート委員会：阪神大震災被害者分析とじん性率評価式 平成8年

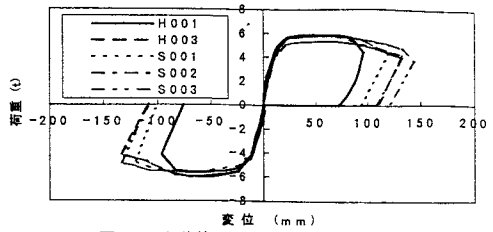


図-3 包絡線比較 (Hシリーズ・Sシリーズ)

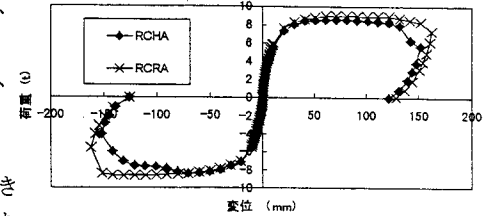


図-4 包絡線比較 (Rシリーズ)

表-2 じん性率・最大荷重

供試体名	最大荷重* (該当 δ)	じん性率	最大荷重の H001との比	じん性率の H001との比
H001	5.75tf (4 δ)	7.8	1	1
H003	5.91tf (4 δ)	10.4	1.03	1.40
S001	5.70tf (5 δ)	9.6	0.99	1.28
S002	5.65tf (5 δ)	9.9	0.98	1.33
S003	5.76tf (5 δ)	11.0	1.00	1.47

供試体名	最大荷重* (該当 δ)	じん性率	最大荷重の RCHAとの比	じん性率の RCHAとの比
RCHA	8.48tf (7 δ)	14.3	1	1
RCRA	8.79tf (11 δ)	15.9	1.03	1.11

*1 最大荷重は、各 δ における正負荷重の絶対値の平均

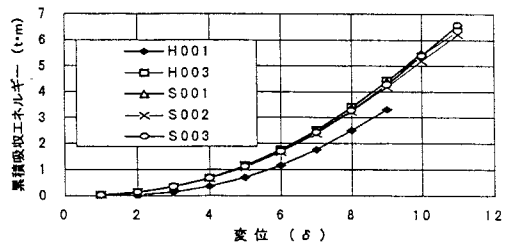


図-5 累積吸収エネルギー比較 (Hシリーズ・Sシリーズ)

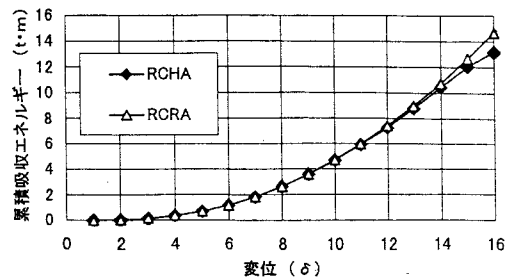


図-6 累積吸収エネルギー比較 (Rシリーズ)