

I-B233 PC柱、SRC柱における保有耐力照査の実験的研究

石川島播磨重工(株) 正員 猪瀬幸太郎 正員 近藤俊行
名古屋高速道路公社 正員 加藤三樹夫
東京エンジニアリング 正員 玉野信幸

1. 緒言

阪神淡路大震災以降、各地で橋脚の補強工事が行われている。特にコンクリート橋脚においては地震時保有水平耐力法が確立されており、道路橋示方書V耐震設計編に照査法が規定されている。しかしプレストレスを導入した柱(PC柱)、鋼コンクリート合成柱(SRC柱)については鉄筋コンクリート柱(RC柱)ほど実験、解析などデータ蓄積がなされていない。耐震補強工事においてPC柱やSRC柱の耐震照査を行う場合、最も簡易な方法はこれらを等価なRC柱モデルに置き換えてRC柱保有耐力照査法を行うという手法である。本研究はこの計算手法の妥当性と鉄板巻ききたてによるPC柱、SRC柱の補強効果の確認を交番載荷実験によって行った。

2. 実験概要

本実験における供試体はSRC柱(供試体S1)、PC柱(供試体P1)が一基ずつ、そしてこれらに鋼板補強を施工した供試体S2、P2があわせて2基、さらにPC柱とSRC柱と等価なRC柱の供試体R1、R2の合計6基である。形状寸法は既設橋脚を概ね1/5に縮尺した寸法とした。

供試体の断面を図1に、供試体の緒元を表1に示す。実験は供試体を反力壁の底面に固定し、水平力載荷装置による交番載荷と軸力載荷装置による上部工反力相当軸力載荷を行った。またR1にはプレストレス相当の軸力も与えている。

3. 実験結果

表2に実験結果を示す。ここで断面の降伏とは最外縁の鉄筋が降伏となった状態と定義し、終局状態とは荷重包絡線における最大耐力の80%まで供試体の耐力が低下した状態とした。降伏変位、終局変位とはそれぞれの時点での載荷点での水平変位である。荷重-変位曲線、歪みゲージのデータよりPC柱のR1、P1、P2の残留変位はR2、S1、S2より小さいこと、ループ形がSカーブであること、P1の最大耐力、靱性がR1より優れていることが確認された。またP1に補強施工を行ったP2では耐力及び靱性の改善が確認出来た。R2、S1供試体はループ形状がともに紡錘形であり、優れたエネルギー吸収特性を有することが確認出来た。補強後のS2では靱性が特に改善されるほか、無補強のS1に比べ鉄筋と鋼材が一体として挙動をしていることが明らかとなった。

4. 吸収エネルギー

図2に各供試体が吸収したエネルギーと載荷点の累積変位との関係を示す。比較のため値は降伏荷重、降伏変位によって無次元化を行った。Sカーブ履歴となるPC柱の供試体では紡錘形履歴となるSRC柱にくらべ1ループ当たりの

表1 供試体緒元

	R1	P1	P2	R2	S1	S2
構造	RC	PC	PC	RC	SRC	SRC
補強の有無	無	無	有	無	無	有
補強板のアンカーの有無	---	---	有	---	---	無
断面寸法	40cm×40cm					
柱高さ	240cm(載荷点高さ200cm)					
せん断スパン比	5					
コンクリート基準強度 N/mm ²	36			27		
鉛直外力 kN	978	177		137		

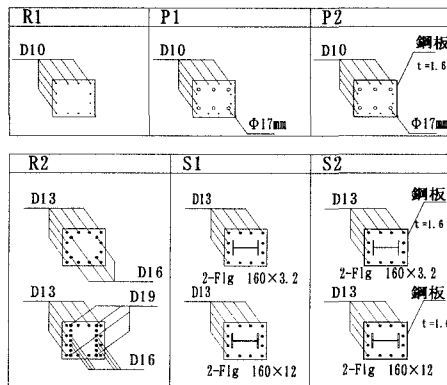


図1 供試体断面一覧

表2 実験結果一覧

	R1	P1	P2	R2	S1	S2
載荷軸力 N(kN)	978	177	177	137	137	137
降伏耐力 P _y (kN)	102	107	130	99	93	91
最大耐力 P _u (kN)	121	165	208	133	112	137
P _u /P _y	1.18	1.55	1.60	1.35	1.21	1.51
降伏変位 δ _y (mm)	10.54	9.99	8.49	12.56	14.06	8.06
終局変位 δ _u (mm)	55.10	60.05	78.50	69.90	51.90	127.50
じん性率 δ _u /δ _y	5.23	6.01	9.25	5.57	3.69	15.82

キーワード: PC柱耐震実験, SRC柱耐震実験, 保有耐力照査

連絡先: 石川島播磨重工(株) 橋梁事業部 東京都江東区毛利 1-19-10 TEL03-3846-3122

エネルギーの吸収量が少ない結果を得た。PC 柱においてニューマークのエネルギー一定則を用いる場合、その塑性率は低減して評価する必要があることを示している。また補強鉄板によって、吸収量の総和は増加するものの吸収効率は改善しないことも同時に明らかとなった。

5. 解析値との比較

（1）PC 柱における比較

PC 柱の保有耐力照査は道示Vの RC 柱に準じて行った。ただし PC 鋼棒による鉄筋量増加は計算に反映させず、導入したプレストレスを柱の軸力として載荷した。ここでは鋼材の降伏応力、コンクリート基準強度を公称値とした設計値、実験供試体の実測値による計算値の2つを算出した。図3に比較結果を示す。R1 供試体において計算値と実験値とは良く一致した。P1 供試体においては断面が降伏するまでは計算値と実験値は良く一致し、降伏以降は実験値が計算値を上回る結果を得た。これは断面降伏以後は PC 鋼棒が曲げ耐力部材として機能し始めることを意味している。これらの結果より、この計算手法は柱の降伏以後の耐力が実際より小さく評価されるものの、PC 柱の耐震照査としては安全側となり妥当であると確認出来た。

（2）SRC 柱における比較

SRC 柱の保有耐力計算は鋼材断面を鉄筋換算しておこなった。また SRC 柱についてはコンクリート FEM プログラム S-BETA による詳細解析も行い、この保有耐力法と比較した。図4に比較結果を示す。保有耐力法の計算結果は S-BETA による FEM 解析結果に対し断面降伏以前においてはほぼ一致し、それ以降は耐力、終局変位において 80% 程度の値となった。これは計算精度の差による違いであるが耐震照査上は安全側に評価されるため、RC 換算保有耐力法は実用上問題は無いと言える。計算と実験結果とを比較すると耐力において計算値より実験値は小さい結果となった。これは塑性ヒンジが発生する断面変化位置で実験の初期段階から鋼材フランジの歪値が鉄筋の値に比べ極端に大きくなり、鋼材のみが塑性化したことが原因である。この断面における平面保持の著しい崩壊を鉄筋量と鋼材フランジの断面積の比、鋼断面の変化率などを適正化して抑止することにより計算と実構造物は一致すると考えられる。

6. 結論

- （1） PC 柱, SRC 柱においても鋼板巻きだてによる補強効果を確認した。
- （2） RC 柱保有耐力計算法の PC 柱, SRC 柱への適用の妥当性を確認すると共に、RC と構造特性の違いによる留意点を確認した。
- （3） 鋼板補強により累積吸収エネルギーの総和は増加するものの、吸収効率という意味での改善はなされることが判明した。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編 1990, 1996.

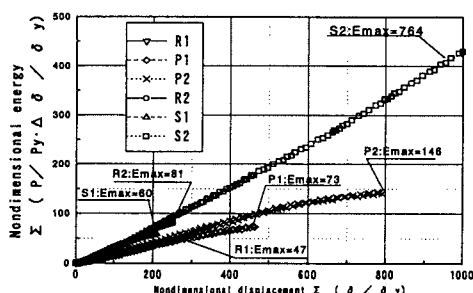


図2 累積吸収エネルギー

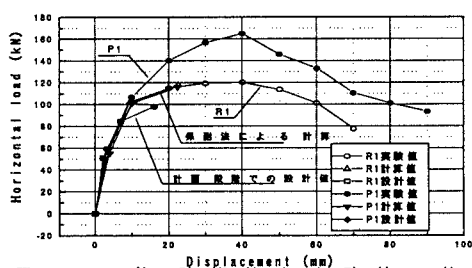


図3 PC柱 計算値と実験値の比較

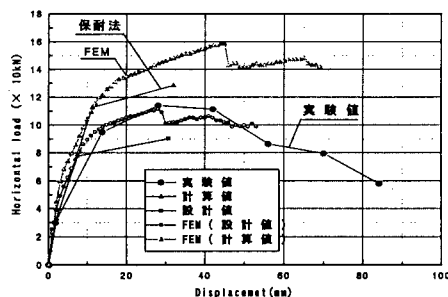


図4 SRC柱 計算値と実験値の比較