

# PCラーメン建築構造物における地震後のひび割れ損傷についての検討

1100389 北澤 裕人

高知工科大学工学部社会システム工学科

兵庫県南部地震では旧基準のRC建物は膨大な被害建物の数であった。これに対してPC建造物はほとんど被害がなかった。スパンの大きいPC梁材が落下したものがいくつかあった程度であった。そこで、PC建造物及びRC建造物について同じ重量、構造高さ並びに同じ降伏せん断力でモデル化を行い、動的弾塑性解析を行った。その結果最大変位については両建造物の間で大きな違いはなかったが、残留変位についてはRC建造物よりもPC建造物の方が小さくなることを確認した。プレストレストコンクリート独特の復元力特性により応答挙動が大きいものの、梁と柱のひび割れの損傷度が鉄筋コンクリートに比べて非常に小さいことが見られた。つまり、プレストレストコンクリートは耐震損傷性に強く、修繕、修復が少なくなることから地震が多々起こる地域へのさらなる普及促進が望まれると判断した。

**Key Words:** プレストレストコンクリート, 復元力特性, 応答解析, 残留変位

## 1.はじめに

一般にプレストレストコンクリート建造物の復元力特性は通常の曲げ降伏型のRC部材に比べて荷重変形履歴面積が小さいために地震応答量が大きくなるからRCに比べて不利と言われていた。図1に示す既往実験結果よりプレストレストコンクリート（以下、PC）構造は梁部材と柱部材が独立部材としてプレストレスにより接合されているため、大変形に対して部材にひび割れが発生するのではなく梁・柱の接合部分が開口するのみで収まる場合が多く、地震加力が終わるとその開口部が閉じてしまい、そのほかのひび割れ被害が起こらなかつたように見受けられる。そこで本研究では、RC建造物とPC建造物の動的応答解析を実施し、RC建造物とPC建造物を比較した場合の復元力特性を確認し耐震性について検討を行うことを目的とする。

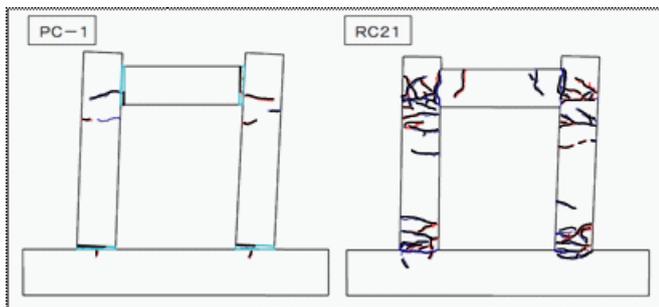


図1, ひび割れ発生状況

## 2.解析条件

解析対象建物の両建造物ともに1質点系せん断型バネマスモデルに置換し、モデル化する。RC, PC両構造ともに1階建て、重量200t、階高3mの建物を想定する。更に、両建造物ともに $C_{y0}$ （ベースシア係数）を0.6とする。減衰については、瞬間剛性比例型とし、固有値解析結果から得られた一次固有周期に対して $h=0.03$ とする。地震波は

基礎固定としてELCEN NS Level13とELCEN NS Level12を入力する。ここで、復元力特性についてはRC建造物でトリリニアの武田モデル、スリップ剛性型とし、PC建造物についてプレストレストコンクリートの復元力特性でモデル化する。解析モデルの簡略図を図2に示す。解析概要復元力特性パラメータについては、既往実験結果を参考に求めた。ここでRC及びPCの繰返し載荷試験結果の履歴ループを図3, 4に示し、動的応答解析パラメータについて表1に示す。

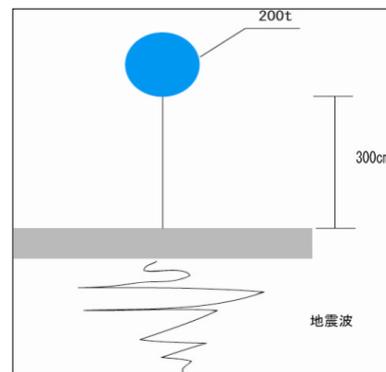


図2, モデル簡略図

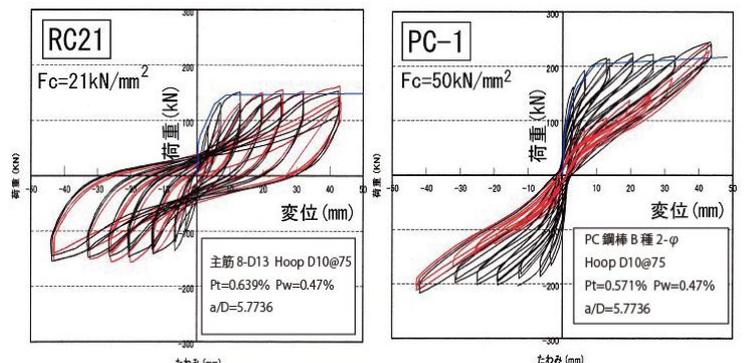


図3, RC履歴ループ

図4, PC履歴ループ

表1, 復元力特性パラメータ

	重量(t)	階高(cm)	減衰定数	$Q_{y2}(t)$	$Q_{y1}(t)$	Ko(t/cm)	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\gamma$	$\lambda$	$Q_g(t)$
RC(武田モデル)	200.0	300.0	0.03	120.0	40.0	180.2	0.25	0.01	0.4	0.0	-
RC(スリップ剛性)										0.8	-
PC										1.15	1.0

表2, RC, PCの解析数値

ELCEN Level 3	RC(武田モデル)	RC(スリップ剛性)	PC
最大耐力(t)	127.26	128.32	135.7
最大層間変位(mm)	61.23	66.67	96.77
残留変位(mm)	32.14	35.71	10.2
ELCEN Level 2	RC(武田モデル)	RC(スリップ剛性)	PC
最大耐力(t)	121.88	121.78	126.51
最大層間変位(mm)	30.61	30.0	57.69

### 3. 解析結果及び考察

動的応答解析より図5, 6, 7にELCEN Level 3応答解析結果の履歴ループを示し, 入力地震波 ELCEN Level 3を入力地震波ELCEN Level 2に変換した最大耐力と最大層間変位についての点を表す. 表2には入力地震波 ELCEN Level 3の最大耐力, 最大層間変位, 徐荷時残留変位と入力地震波 ELCEN Level 2の最大耐力, 最大層間変位の解析結果を示す. 最大層間変位はRC構造スリップ有り無しともにほぼ近い値を示している. PC構造は最大層間変位がRC構造より約5割増しの応答結果となった. 徐荷時残留変位はRC構造より小さい数値を示し確認することができた. ここでRC, PC構造の履歴面積を比較するとPC構造の履歴面積が小さくなることでエネルギー吸収能力が低くなる. このことから地震時の挙動が大きくなるのがわかるが, 既往実験結果のひび割れ状況を考慮すると損傷に関する耐震性は高いものとなる. しかし, 地震応答量はRCに比べてかなり大きくなり, 建物内部の揺れによる家具等の損傷は大きくなるのが予測される.

### 4. まとめ

PC構造は損傷低減効果を有する構造であることが地震応答解析及び実験結果から証明できる. RC材は地震後のひび割れ補修に多額のコストがかかるが, PC材の場合は損傷度が梁端部の柱との境界面の開口により部材のひび割れを抑制し, ひび割れ損傷度が小さくなる. 地震後はこの開口部分が閉合するのみでコンクリート部分にはほとんど損傷が見られないためひび割れ補修がRC材と比べて低コストで修繕, 修復が容易になる. つまり損傷度に関する耐震性に優れた構造であるといえる. このことから1995年の兵庫県南部地震におけるPC構建造物の被害内訳に反映しているのだと推測できる.

### 5. 参考文献

- ・日本建築防災協会: 「既存鉄筋コンクリート造建物の耐震診断基準同解説2001 年度改訂版」
- ・(社)日本建築学会: 「プレストレストコンクリート 設計施工基準・同解説」
- ・日本建築学会: 「1995年兵庫県南部地震 プレストレストコンクリート造建物被害調査報告書」
- ・建築基礎耐震・振動・制御共立出版株式会社
- ・(株)構造計画研究所 *RESP-M/II* 利用者マニュアル
- ・関西PC研究会 大阪大学名誉教授鈴木計夫氏, 大阪大学教授大野義照氏指導の既往繰返し荷重実験 <http://www.kansai-pc.com/pcpca/images/060418.pdf>

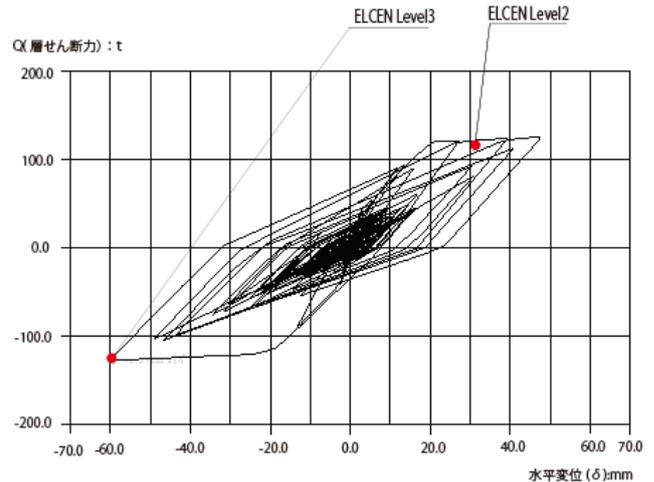


図5, RC武田モデル解析結果履歴ループ

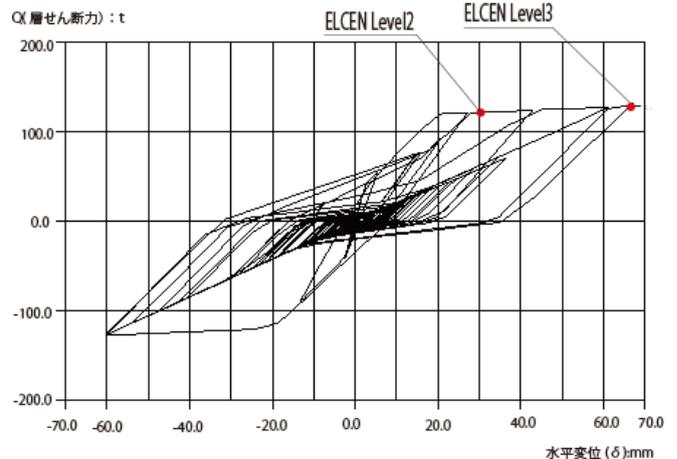


図6, RCスリップ剛性型解析結果履歴ループ

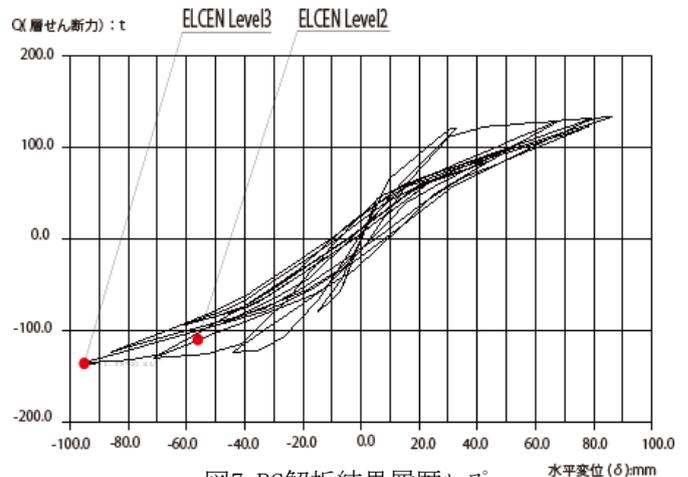


図7, PC解析結果履歴ループ