

長期荷重が PC 梁の地震時挙動に及ぼす影響に関する実験的研究

その 3 実験結果に対する考察

Experimental Study on Effects of Eternal Load on Seismic Behavior of Prestressed Concrete Beams(Part 3)

○石井誠士², 藤浪由揮¹, 斉田健志¹, 福井剛³, 浜原正行³

*Seiji Ishii, Yuuki Fujinami¹, Kensi Saita², Fukui Tsuyoshi³, Hahara Masayuki

Abstract: In this report, we analyze the elasto-plasticity by the material end spring method for the specimen described in the previous report (part 2) and compare it with the experiment result to investigate the validity of the analysis method. In order to investigate the behavior of the members at the time of the earthquake and after the earthquake, the subjects of consideration were restoring force characteristics, transition of vertical deflection, deflection at residual deformation and bending moment distribution.

1. はじめに

本報告は前報(その 2)で述べた試験体を対象とした材端バネ法による弾塑性解析を行い、実験結果との比較を行うことで解析手法の妥当性について検討するものである。地震時および地震終了後の部材挙動を調べるため、検討対象は、復元力特性、鉛直たわみの推移、残留変形時のたわみおよび曲げモーメント分布とした。

2. 材端バネ法による解析と実験結果の比較

2.1 解析概要

解析には材端バネ法を用いた。逆対称曲げモーメントを荷重したときの曲げモーメント-回転角関係には文献¹⁾のモデルを適用した。図 1 に解析モデルの概要を示す。解析モデルは梁両材端と錘位置の 3 点に節点を設け、各節点間にそれぞれ梁部材を配置した。解析に用いる部材長に関する数値は各梁部材の長さに応じてそれぞれ与えている。

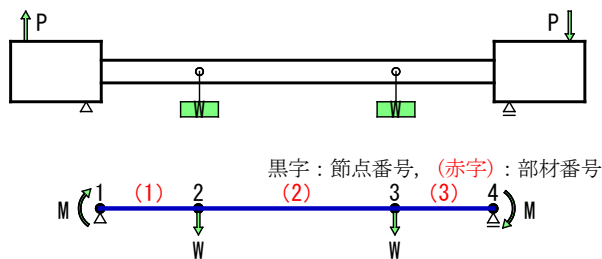


Figure1. Analysis model

2.2 梁のせん断力と端部回転角の関係

図 2 は、長期荷重を負荷した以降の地震荷重による

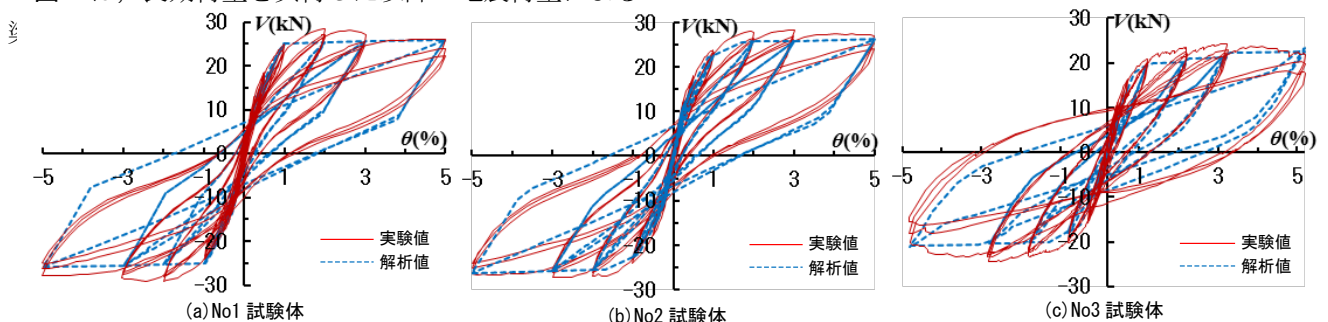
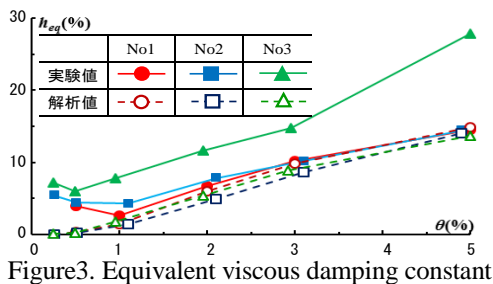


Figure2. Shear power - angle of rotation relations of the beam

せん断力と端部回転角の関係について、実験結果と解析結果を比較したものである。図中、赤実線は実験値、青破線は解析値を表している。降伏ヒンジが梁端部のみに形成された No1 と No2 試験体の実験値は、3%の回転角レベルまでは原点復帰傾向が強い履歴ループ形状を示し、最大耐力経験以降は若干ではあるがループ幅が太くなっている。解析結果についても概ねこの傾向が再現されていることがわかる。一方スパン内ヒンジが形成された No3 試験体の実験値は、回転角 1%を超えるとやや細身ではあるが紡錘形の履歴ループ形状を示している。解析結果は他の 2 体に比べると原点復帰傾向が弱まっていることがわかるが、紡錘形の履歴ループは再現できていない。

2.3 等価粘性減衰定数

図 3 は縦軸に等価粘性減衰定数 h_{eq} 、横軸に端部回転角を取り、この平面上に各試験体の実験値と解析値をプロットしたものである。この図より以下のことがわかる。No1 および No2 試験体では、解析値は実験値を若干小さく評価する傾向が見られるが、回転角 1%以上の範囲においては概ね両者は近い値となっている。一方スパン内ヒンジが生じた No3 試験体では全変形レベルにおいて、解析値は実験値をかなり過小評価していることがわかる。これは前述した紡錘形の履歴ループが再現できていないことが原因である。



2. 4 梁のせん断力と鉛直たわみの関係

図 4 は、No2 および No3 試験体の地震荷重による梁のせん断力と鉛直たわみの関係を示したものである。図中、赤実線は実験値、青破線は解析値を表している。Y 軸上の点は地震荷重による梁のせん断力がゼロ、すなわち残留変形時の状態を表している。この図より、No2 試験体はピーク時において、解析値が実験値を正側荷重では過小評価、負側荷重では過大評価しているが、残留変形時のたわみは良い適合性を示していることがわかる。No3 試験体についてはピーク時も含めて十分な精度でたわみを推定できていることがわかる。

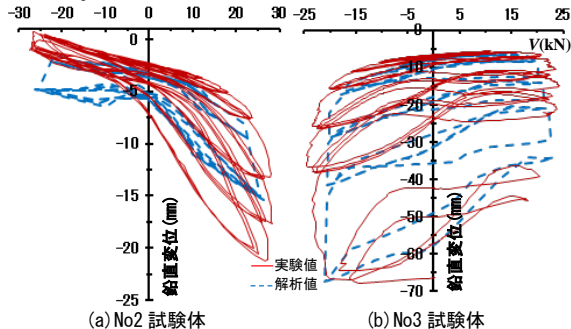


Figure4. Vertical displacement relationship of shear force weight position due to seismic load

2. 5 残留変形時の曲げモーメント分布

図 5 に残留変形時における曲げモーメント分布の推移を示す。同図中赤実線は実験値、青破線は解析値を示している。これより以下のことがわかる。

1) No2 試験体の曲げモーメント分布の実験値は、回転角 2% 経過後まではあまり変動していないが、最大荷重を経験した 3% 経過後に端部の曲げモーメントが減少して単純支持状態に近づいている。この傾向は浜原らの研究²⁾による実験と同様な結果である。一方、No3 試験体は 0.5% 時に端部の負曲げモーメントが増大した。その後経験回転角の増加に伴って端部の負曲げモーメントは徐々に減少しているが、3% 経過後においてもその大きさは荷重前とほとんど変化が見られなかった。

2) 解析結果は No2 試験体の最大耐力以降において端部の負曲げモーメントを過小評価する傾向が見られるものの、モーメント分布形状の推移を定性的に追跡で

きていることがわかる。また、No3 試験体については、経験最大回転角の増大に伴う端部の負曲げモーメントの推移を精度良く推定できていることがわかる。

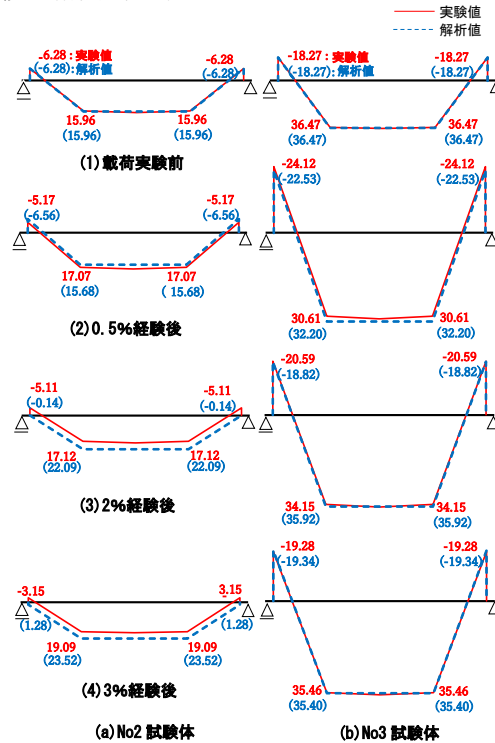


Figure5. Bending moment distribution during residual deformation

3. まとめ

1) 長期荷重を受け、両材端に降伏ヒンジが生じる試験体については材端バネ法を用いた解析により、せん断力と回転角の関係を比較的良く評価することができた。しかし、スパン内に降伏ヒンジが生じる試験体については、実験で初期段階から見られた紡錘型の履歴ループが再現できていない。

2) 建物の継続使用性に影響が大きい残留変形時における梁の鉛直たわみ量は、本解析により比較的精度良く推定することができた。

3) 実験における残留変形時の端部負曲げモーメントの推移は、両端降伏ヒンジとなった No2 試験体とスパン内ヒンジが形成された No3 試験体では異なっていたが、本解析により比較的良い精度で追跡可能であったことを示した。

参考文献

1) 浜原, 尹, 本岡: プレキャストプレストレストコンクリート柱の復元力特性に関する実験的研究, 日本建築学会構造系論文報告集, 1996, pp.151-160
 2) 浜原, 福井, 内田: 長期荷重を受ける PC 梁の復元力特性に関する実験的研究, プレストレストコンクリート工学会, 第 15 回シンポジウム論文集, 2006 年 10 月, pp.37-40