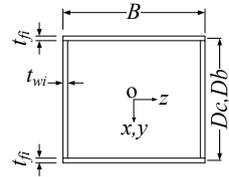


神戸市立工業高等専門学校 学生員 ○増田 雄輔
 神戸市立工業高等専門学校 岡村 友貴
 神戸市立工業高等専門学校 正会員 酒造 敏廣

1. はじめに

鋼門形ラーメン橋脚が水平地震動を受けると、ラーメン各部は、常時作用荷重のものに加えて、軸力、曲げモーメント、せん断力等の付加的な断面力を受ける。それらの中で、はり部材や柱断面に生じるせん断力は柱部材に軸力変動として伝わるので、一、二層ラーメンで塑性変形が発生する箇所の発現パターンによっては、柱に大きな変動軸力が作用することがわかっている¹⁾。また、変動軸力は柱基部の損傷に大きな影響を及ぼすため²⁾、軸力変動幅の算定方法などについて検討しておく必要がある。

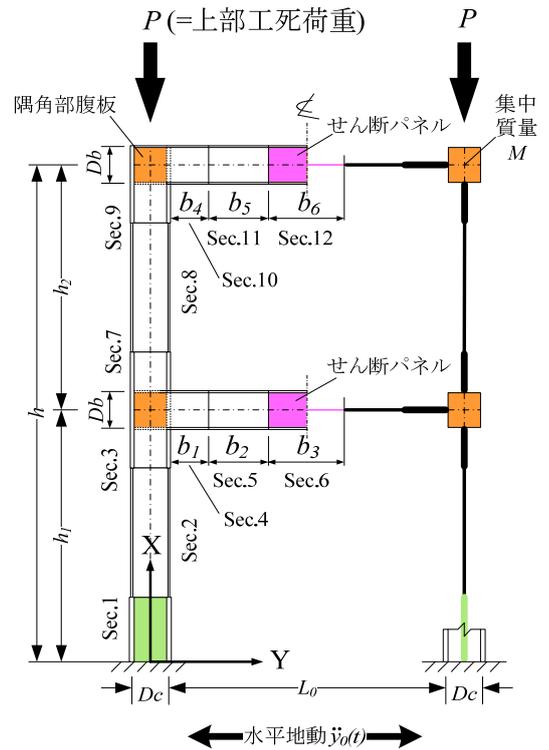


(a) 断面図 Sec.i (i=1,12)

本研究では三つの崩壊パターンを想定して、二層門形ラーメンの地震応答解析を行い、柱基部の軸力変動と損傷、および、軸力変動の上下限値の推定方法について考察するものである。

2. 二層門形ラーメンの解析モデルと解析方法

図-1 に示すように、地震動を受ける鋼製門形ラーメンを平面骨組としてモデル化した。二層目柱頭部には、上部工死荷重に相当する定鉛直荷重 P を作用させた。はり - 柱は Sec.1~Sec.12 から成り、Sec.6, 12 は腹板に塑性せん断変形の発生を想定した断面である。応力 - ひずみ関係は、等方・移動硬化を簡易的に考慮した Bi-Linear 型の曲線を仮定した。また、地震動には神戸海洋気象台観測波(1995 年、兵庫県南部地震, Kobe-JMA)の NS 成分の最初の 16 秒間を用いた。



(b) 二層門形ラーメン

本文で想定した 3 つの崩壊パターンを図-2 に示す。Case2 は一層目はり両端が塑性化する前にはり中央が崩壊するパターン、Case3 は、柱頭部直下が塑性化する前に二層目はり中央が崩壊するパターンである。

3. 柱基部に生じる変動軸力幅の算定方法

図-3 を参考にして、塑性解析より柱基部に生じる変動軸力 ΔN の上下限値を算定する。はり中央が崩壊した場合、および、柱断面が崩壊した場合の柱基部の変動軸力は次のようになる。

Case1: $\Delta N = Q_4 + Q_9$ (1)

Case2: $\Delta N = Q_9 + Q_{y6}$ (2)

Case3: $\Delta N = Q_{y6} + Q_{y12}$ (3)

$Q_4 = 2M_{p4}/L_0$, $Q_9 = 2M_{p9}/L$ (4a),(4b)

ここに、 M_p : 柱基部の全塑性モーメント、 Q_{y6} , Q_{y12} : 断面 6, 12 の降伏せん断力である。

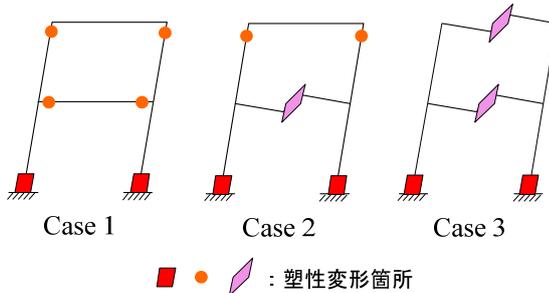


図-2 仮定した崩壊パターン

4. 解析結果と考察

ラーメンの復元力 H - 変位 δ 関

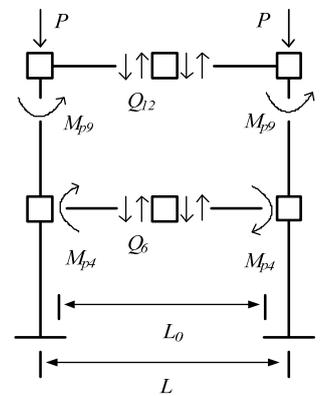


図-3 発生付加断面力

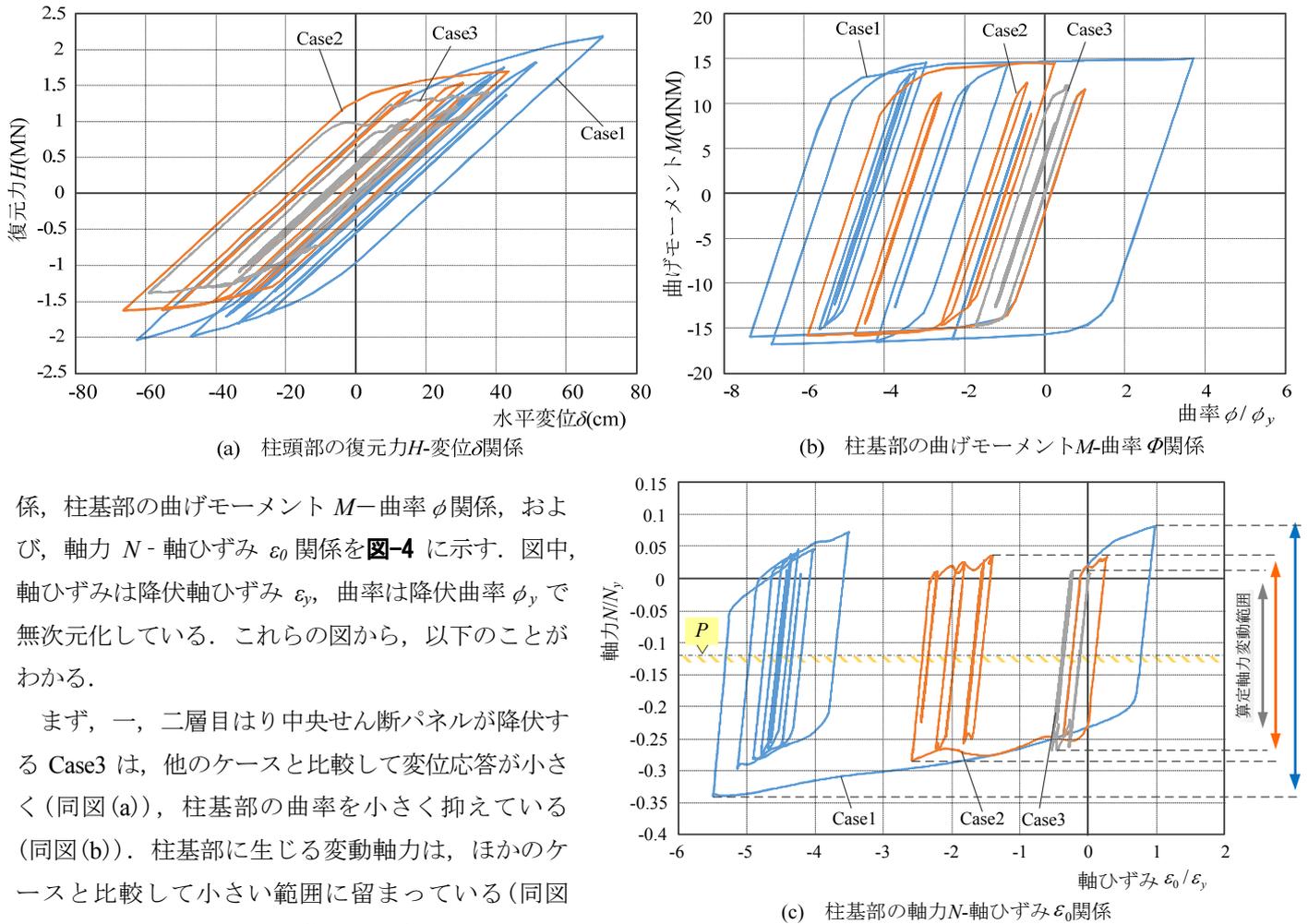


図-4 二層ラーメンの地震応答解析による解析結果

係、柱基部の曲げモーメント M -曲率 ϕ 関係、および、軸力 N -軸ひずみ ϵ_0 関係を図-4 に示す。図中、軸ひずみは降伏軸ひずみ ϵ_y 、曲率は降伏曲率 ϕ_y で無次元化している。これらの図から、以下のことがわかる。

まず、一、二層目はり中央せん断パネルが降伏する Case3 は、他のケースと比較して変位応答が小さく(同図(a))、柱基部の曲率を小さく抑えている(同図(b))。柱基部に生じる変動軸力は、ほかのケースと比較して小さい範囲に留まっている(同図(c))。これは、はり中央の塑性化が起こって、はり部材の抵抗せん断力が頭打ちになったためである。

また、上述した ΔN の算定方法は、解析による軸力変動の上下限をよく再現できている。

さらに、各ケースの右柱の累積塑性曲率の軸方向分布を図-5 に示す。

この図からわかるように、一層目はり中央が塑性化する Case2 では、はりがせん断崩壊しない Case1 と比較して柱基部の損傷が小さい。また、一、二層目はり中央がせん断崩壊する Case3 は、他のケースと比較して柱基部の損傷が小さく抑えられている。

5. まとめ

本研究では、二層門形ラーメンに着目して地震応答解析を行った。はり中央がせん断崩壊するとき、柱基部の軸力変動が小さく抑えられることがわかった。また、これらの軸力変動は予測可能であることを確認した。本研究の実施には、平成 24~26 年度の科学研究費補助金・基盤研究 C

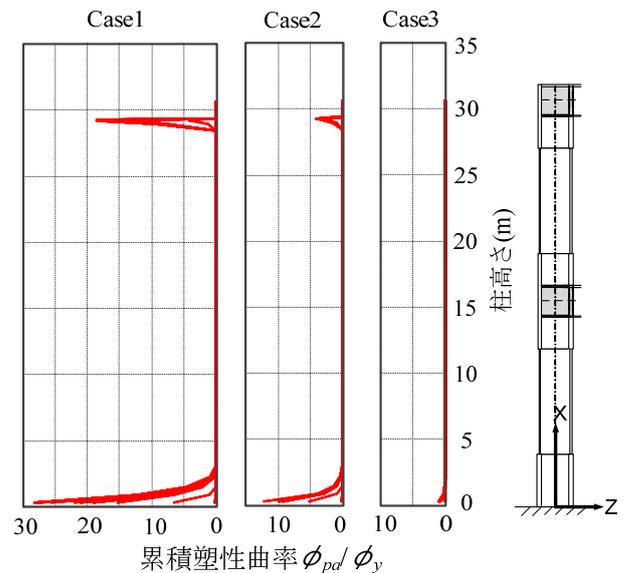


図-5 右柱における累積塑性曲率の軸方向分布

(課題番号: 24560592) の補助を受けたことを付記し、謝意を表します。

参考文献 1) 檜原太基, 山田 幸, 酒造敏廣: はり崩壊型二層門形ラーメンの柱の軸力変動に関する研究, 平成 25 年度土木学会関西支部・年次学術講演会, I-41, 2013 年 6 月. 2) 酒造敏廣, 増田雄輔: 軸力変動下で繰り返し曲げを受ける鋼はり一柱の弾塑性有限変位解析, 第 34 回地震工学研究発表会・講演論文集, 土木学会, A14-608, 2014 年 10 月.