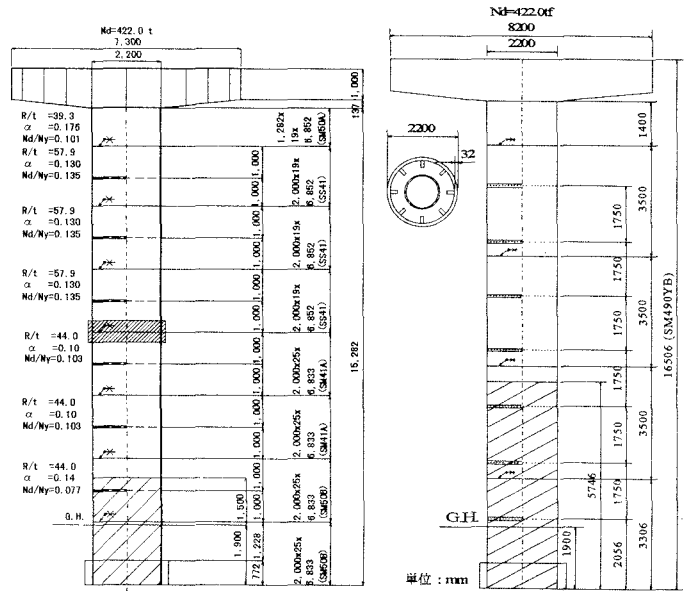


大阪大学大学院 学生員○谷口直子 大阪大学大学院 学生員 池内智行
大阪大学工学部 正 員 西村宣男

1. まえがき 一昨年の兵庫県南部地震では、鋼管橋脚を使用した高架橋が大きな被害を受け、被災した鋼管橋脚は再構築が行われた。本研究では、再構築後の橋脚の耐震補強効果を検討するため、被災した橋脚と再構築後の橋脚を解析モデルとする弾塑性有限変位解析を行い、各橋脚の耐荷力と変形性能の比較を行った。

2. 橋脚の概要 解析の対象とした橋脚は、阪神高速神戸線松原交差点付近のP-584 山側の橋脚である。この橋脚は図-1 (a)に示すように、中間部分にダイヤフラムを持つセグメントを突き合わせ溶接によりつなぎ合わせたものであり、セグメントごとに鋼種および板厚が変化している。被災したP-584 山側は、板厚が変化している溶接部の薄板側で提灯座屈が発生し、変形が大きいため円周方向に大きく亀裂が生じている。再構築後は図-1 (b)に示すように、中詰めコンクリートの上端部の位置が高くなり、各セグメントの鋼種、板厚ともに統一されている(32mm, SM490)。また、あらたに縦補剛材が取り付けられている。



(a)被災したP-584 山側 (b)再構築後のP-584 山側

図-1 橋脚詳細図

3. 解析方法 図-2に解析モデルを示す。

橋脚の中詰めコンクリート上端部から上をモデル化し、板厚中心位置に8節点アイソパラメトリックシェル要素を配置した。被災した橋脚の板厚変化部は要素分割を密にしている。解析には、本研究室で開発された弾塑性有限解析プログラムを用い、材料の構成則として、BMCモデル(単調載荷曲線を基にした鋼材の構成式¹⁾)を使用した。載荷条件として、モデルの頭部に上部工の重量を想定した鉛直変位Uを軸圧縮力が一定になるように調整し、水平変位 δ を $6\delta_y$ まで与える単調載荷と図-3に示すように地震時の横揺れを想定した繰り返し載荷の2つについて解析を行った。 δ_y は降伏時の水平変位である。

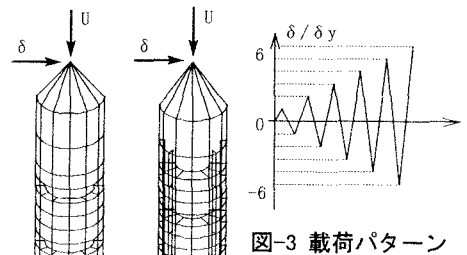


図-3 載荷パターン

(b)再構築後のP-584 山側

4. 解析結果 単調載荷の解析結果を図-4に示す。図-4(a)の荷重一変位曲線は橋脚頭部の水平荷重と水平変位を表している。再構築後の橋脚の最大水平荷重は被災した橋脚の最大水

(a)被災したP-584 山側

図-2 解析モデル

平荷重よりも2倍以上高く、 $\delta = 6\delta_y$ に達しても強度低下が起こらないことがわかる。図-4(b)は各橋脚

の $\delta = 6 \delta_y$ における変形形状と応力分布を示している。変形形状は変位量を 5 倍に拡大して表示し、応力分布は各橋脚の鋼管内側、板厚中心、鋼管外側の相当応力分布を示している。黒く示した部分が塑性域である。被災した橋脚は板厚変化部で圧縮を加えた側に大きく局部座屈が生じているのに対し、再構築後の橋脚は基部付近において変形が小さくなっている。これは、a)板厚変化部をなくしたこと、b)径厚比を小さくしたこと、c)縦補剛材を導入したことが有効に機能しているためと思われる。

繰り返し載荷の解析結果を図-5 に示す。図-5(a)の荷重-変位曲線を見ると、被災した橋脚は、水平変位を $\delta = 5 \delta_y$ まで与えたところで急激に強度が落ちているのが分かる。再構築後の橋脚は $\delta = 6 \delta_y$ まで与えても強度低下が全く起こっていないのがわかる。図-5(b)は $\delta = 5 \delta_y$ における変形形状と応力分布を示している。被災した橋脚は板厚変化部で両側に大きく局部座屈が発生しており、実際の被害形状と類似している。再構築後の橋脚は繰り返しによる残留変形は全く見られず、圧縮側に変形の小さい局部座屈が生じているのみである。応力分布をみると、被災した橋脚は板厚変化部で塑性域が集中しているのに対し、再構築後の橋脚は塑性域が基部付近に一様に分布しているのがわかる。

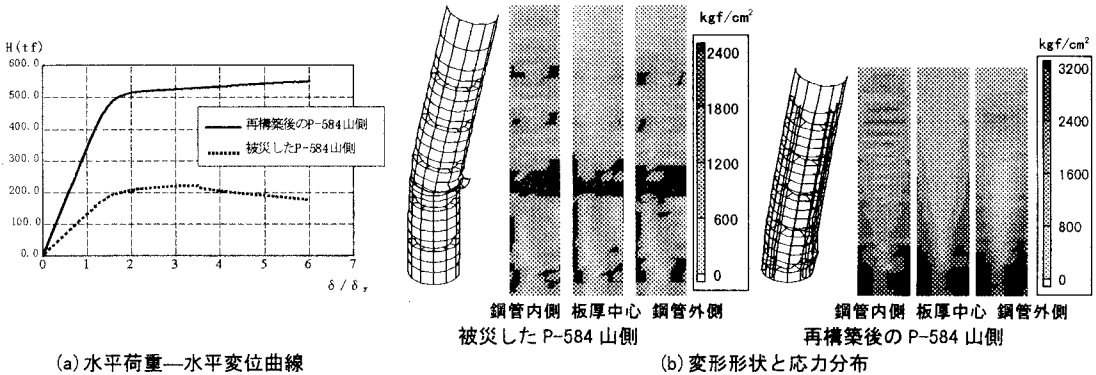


図-4 解析結果（単調載荷）

5. まとめ 一昨年の兵庫県南部地震により、被災した P-584 山側の橋脚と再構築後の P-584 山側の橋脚の弾塑性有限変位解析を行ったところ、以下のことがわかった。

①被災した橋脚は、板厚変化部で大きな局部座屈が発生し、実際の被害形状と類似している。

②再構築後の橋脚は a)板厚変化部をなくしたこと、b)径厚比を小さくしたこと、c)縦補剛材を導入したことにより、優れた変形能を有する。

【参考文献】

- 1) 西村宣男, 小野潔, 池内智行: 単調載荷曲線を基にした繰り返し塑性履歴を受ける鋼材の構成式, 土木学会論文集, 第513号, pp. 27-38, 1994

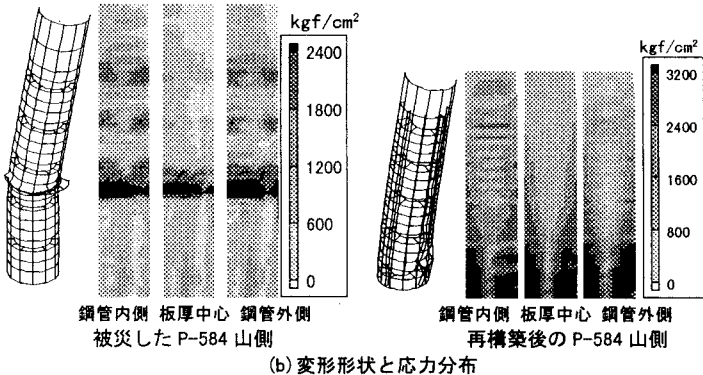
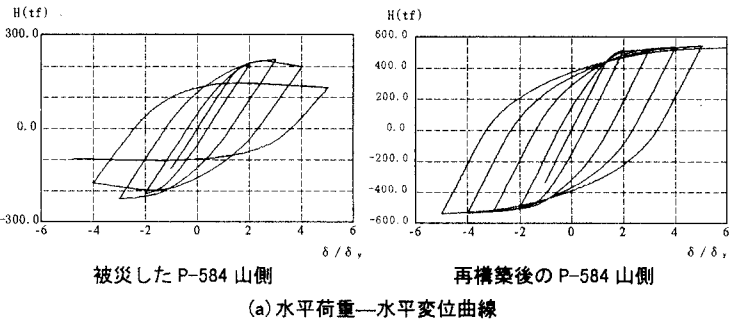


図-5 解析結果（繰り返し載荷）