

# 地下構造物の地震被害の相違に着目した3次元解析の有効性に関する一考察

日建設計シビル 正会員 ○西山 誠治, 田辺 篤史  
大阪大学 学生会員 杉田 史絵

## 1. はじめに

近年, 地下構造物が空間的に輻輳する場合や構造が複雑に変化する場合等に, 3次元解析の実施が増加してきている. 一方で, これらの3次元解析の妥当性が検証された事例は少なく, 大地震時の強非線形を対象とした場合, 実証するための事例, 情報も極めて限定されている.

そこで, 本検討では, 1995年兵庫県南部地震における大開駅の被害性状<sup>1)</sup>を参考に, 3次元解析の有効性について考察を行う. 同駅では中柱のせん断破壊が構造崩壊の主要因であることが, 多くの2次元解析により報告されている<sup>2)</sup>. 一方で, 同駅の同じ構造部分でも被害が少ない箇所もあり, 2次元解析では十分に説明できない. 地盤条件の相違による考察も行われているが<sup>3)</sup>, ここでは, 構造物の3次元的な特徴に着目する.

なお, 本検討では, 構造体の3次元的影響の把握を目的とし, さらに公開されている文献等からは構造物全体の非線形性を設定するための情報が十分でないことから, 地盤・構造物は弾性体として取扱う.

## 2. 解析モデル及び解析条件

本検討に用いた解析モデルを図-1に示す. 解析コードにはCTC/Soil plus (大規模オプション)を使用した. 構造・地盤は文献2)を参考にモデル化した. 解析モデルは中柱位置を対称面としたハーフモデルとし, 地盤はソリッド要素, 駅舎等の構造物はシェル要素を用いた. 地盤と構造物は節点共有により完全に接合されている. モデル規模は, 節点数約18.2万, 要素数約17.5万である. 境界条件は, 対称面および遠方地盤面は水平ローラーとし, 線路方向の端部には対称条件を設定し, モデル下端は変位を固定した. 基礎的検討として, 基準水平震度1Gを駅直角方向に様に作用させ, 地震時増分の断面力を調査する.

3次元解析モデルより, いくつかの断面を抽出し, 設計の仮定に相当する2次元モデルを作成した. 作成したモデルを図-2に示す. 着目断面は図-2中のA:一般部1, B:2層部, C:階段部, D:一般部2の4か所とした.

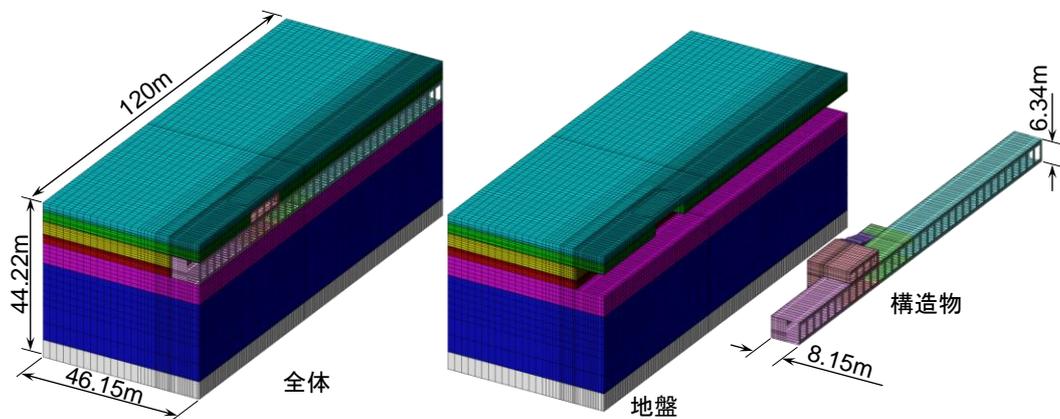


図-1 大開駅3次元解析モデル

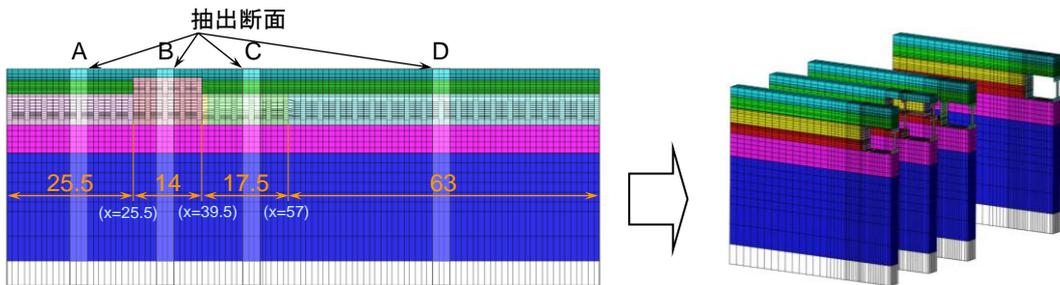


図-2 二次元相当モデル (1 スパン分)

キーワード 地下構造物, 3次元解析, 地震被害解析, 開削トンネル, 棲壁  
連絡先 〒541-0054 大阪市中央区南本町 3-6-14 TEL:06-6229-6372

### 3. 解析結果

図-3 に変形図と地盤のせん断ひずみのコンターを示す．3次元モデルでは地表面の値が軸方向位置によって変化していることがわかる．図-4 は構造物の軸直角方向成分の曲げモーメント分布を示す．曲げモーメントは下床版と側壁の隅角部に集中するが，その値は線路方向で変化している．下床版隅角部の曲げモーメントの線路方向分布を図-5 に示す．両端の棲壁近傍では発生モーメントが小さくなっている．一方で，構造物の幅が変化する位置で曲げモーメントが大きくなっている．同様に，断面 B においても，設計相当の2次元モデルの応答値が3次元モデルの応答値より小さくなっており，危険側の評価となっている．そのため，途中で断面が変化する様な複雑な構造物では，3次元形状の効果を適切に考慮することが望ましいことがわかる．

図-6 に中柱のせん断力分布を示す．位置によりせん断力の値は変化するものの，曲げモーメントに比べると変動は小さく，また，2次元モデルの応答の方が3次元モデルの応答よりも大き目に出る傾向にある．

A・D 区間はほぼ同じ構造で2次元モデルでは同程度の応答である．3次元解析では A 区間は2次元モデルより小さく，D 区間は2次元モデルと同程度である．実被害は，A 区間の損傷は小さく，D 崩壊は崩壊している．両区間とも棲壁近傍では応答が小さく，延長が短い A 区間は棲壁の影響により変形が小さく被害が少なかった可能性がある．これは2次元解析では表現できない性状で，3次元解析の有効性を示唆していると考えられる．

以上，弾性体を基本とした検討ではあるが，構造物の3次元性状を考慮することにより，地震被害の相違を適切に説明できる可能性が示せたと考える．今後，非線形性も考慮してより詳細な検討を進めたいと考える．

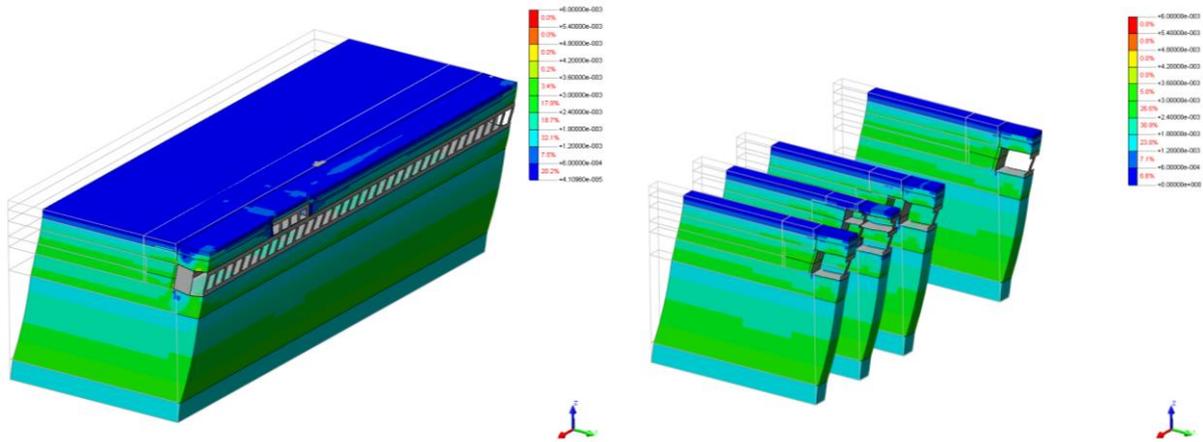


図-3 変形図+地盤せん断ひずみコンター (変形倍率 100 倍)

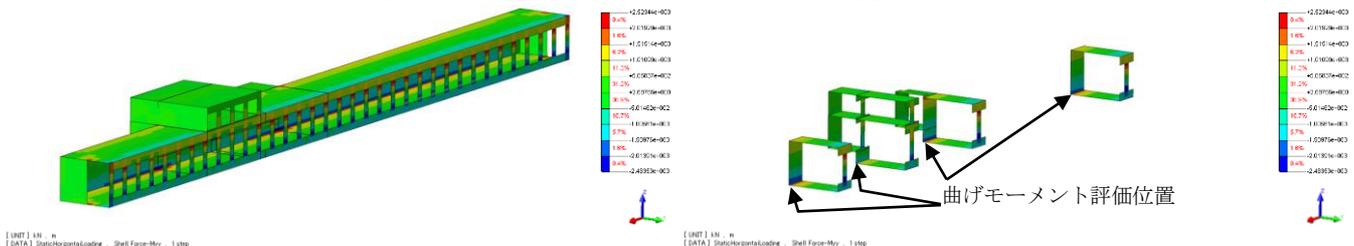


図-4 構造物の線路直角方向曲げモーメントコンター図

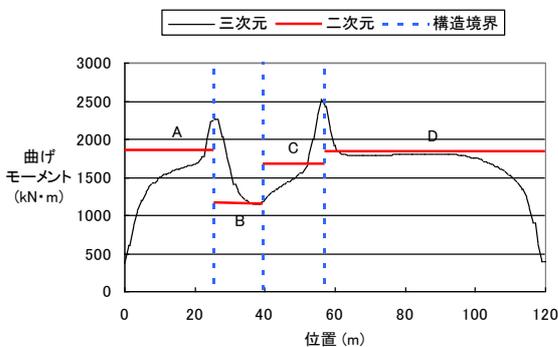


図-5 下床版隅角部曲げモーメント分布

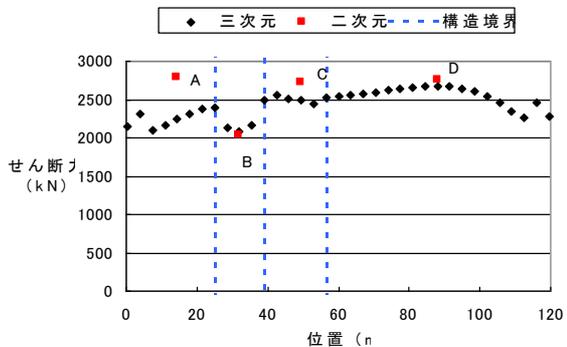


図-6 中柱せん断力分布

参考文献 1) 佐藤工業：神戸高速鉄道東西線大開駅災害復旧の記録(1997)． 2) たとえば，矢的・梅原ら：兵庫県南部地震による神戸高速鉄道・大開駅の被害とその要因分析，土木学会論文集，537(I-35) 303-320(1996)． 3) 中村晋：地震被害程度の差異に着目した地下鉄の被害要因分析，土木学会論文集，654(I-52) 335-354(2000)．