

棲壁を有する地下駅構造物の地震時挙動に関する 3 次元解析

日建設シビル 正会員 ○西山 誠治, 田辺 篤史

1. はじめに

筆者らは、1995 年兵庫県南部地震の大開駅被害^{1)~3)}において、類似構造断面でも区間により中柱の損傷、上床版の崩壊有無の差異があることは、離散的に配置された棲壁等が影響している可能性を 3 次元解析により示した⁴⁾。本論では、地盤からの相互作用力や棲壁発生応力にも着目し、棲壁の影響メカニズムを考察する。

2. 解析モデル及び解析条件

解析は既往検討と同様、構造物はシェル要素、地盤はソリッド要素による弾性ハーフモデルとし、基準水平震度 1G を駅直角方向に一様に作用させ、地震時断面力を調査した。今回は、既往の駅モデルの前後に一般トンネル部を 4 スパン(14m)追加し、境界の影響を配慮した。解析モデルを図-1 に示す。比較のため、中柱や棲壁を含む 1 スパン分を切出した 2 次元相当モデルによる解析も行った。

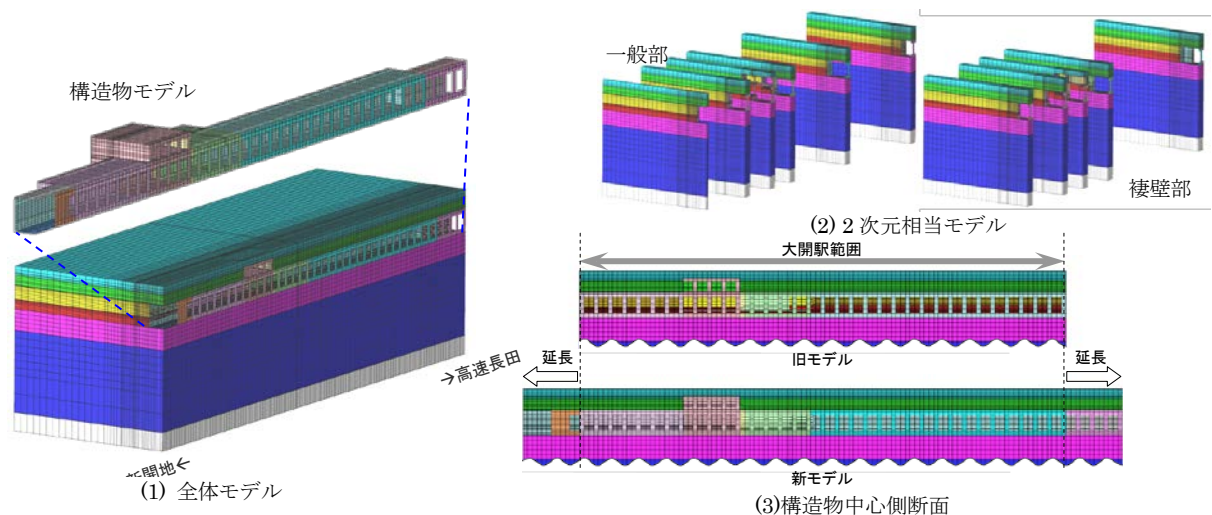


図-1 解析モデル

3. 解析結果

図-2 に側壁に隣接する地盤要素の直応力コンター図、同じく側壁上・下端の直応力の線路方向分布および中柱下端のせん断力分布を示す。分布図には 2 次元解析相当の値も示す。中柱のせん断力に着目すると、既報告のとおり、棲壁間隔の狭い①②間は 2 次元解析より小さく、棲壁間隔の広い④⑤間は 2 次元解析と同程度で、被害傾向に合致する。側面直応力分布も同傾向で、3 次元解析の①②間の直応力は棲壁に配分されている。すなわち、棲壁が積極的な抵抗要素となり、①②区間断面の変形を減少させ、③④区間より軽微な被害に留めたと考えられる。

図-3 に棲壁の面内せん断応力分布を示す。3 次元モデルでは、棲壁部のみの 2 次元モデルよりも大きな面内せん断力が作用しており、この図からも棲壁近傍だけでなく広く周辺からの相互作用力を負担していることが分かる。定性的に考察する限り、棲壁①②と棲壁④⑤は、棲壁①②がやや大きな力に抵抗しているように見える。棲壁③④間は広いいため棲壁に流れる相互作用力も多いと思われるが壁間距離も長いため、断面全体のねじり抵抗が小さくなり、結果として比較的棲壁近傍のみの法線力を負担したと考えられる(図-2 側壁圧力分布の 115~135m 付近参照)。

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で、棲壁の影響で地震被害の相違のメカニズムを説明できる可能性を示した。棲壁は一般に非耐震部材とされるが、この効果を考慮する

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

ことで地下構造物の耐震設計が合理的になる可能性がある。一方で、棲壁は耐震設計されておらず、地震時に損傷する可能性もあり、地震後の使用性、復旧性の観点からは課題と考える。今後、非線形性など他の影響も考慮してより詳細な検討を進めたいと考える。

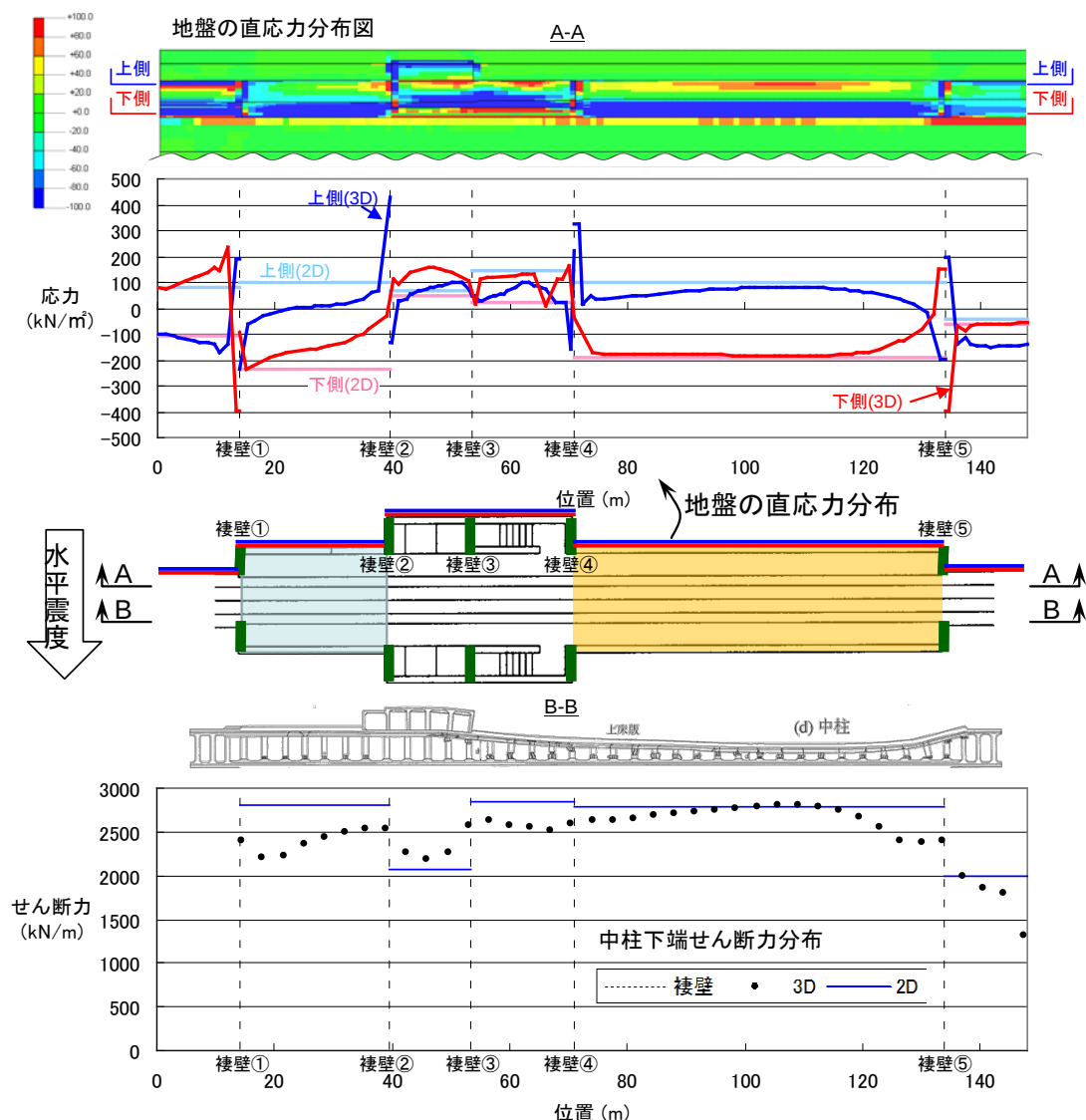


図-2 側壁圧力分布, および, 中柱せん断力分布

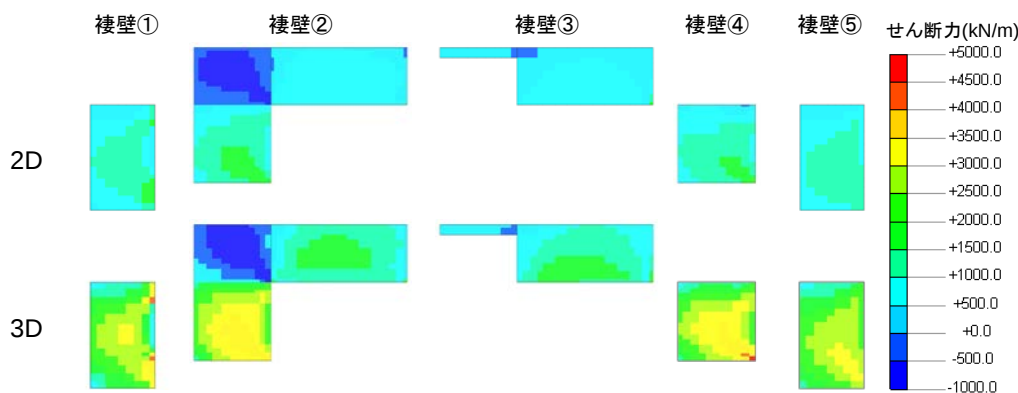


図-3 棲壁のせん断力分布の比較

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). 4) 西山・田辺：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, Vol. 72 (I-511), 2017.