

盛土内ボックスカルバートの地震時挙動に関する検討

日本道路公団 試験研究所	正会員 福島 勇治
日本道路公団 技術部	正会員 松本 吉英
財団法人高速道路技術センター	正会員 渡部 恵一
株式会社 建設企画コンサルト	正会員 堀田 光

1. はじめに

JH では、盛土内にある鉄筋コンクリートの剛性ボックスカルバートを対象とした耐震設計評価手法の検討を行っている。そこで、盛土内ボックスカルバートの地震時挙動を適切に再現するための評価方法について検討を行い、新たな知見を得たので報告する。構造物の耐震性能の照査に必要な応答値は、先の平成7年兵庫県南部地震の大規模内陸直下型地震を対象として応答変位法により求め、部材の損傷レベル、耐震安定性に着目して行った。特に、盛土内ボックスカルバートの耐震評価手法として、従来の地中構造物の耐震設計法では不十分と考え、盛土の道路縦断方向による三次元動的応答解析結果により得られた応答値を基にして耐震検討を実施した。なお、本耐震検討に際しては、従来の手法である一次元応答解析と三次元応答解析の解析モデルによる応答値の比較も行った。

2. 検討方法

- (1) 解析プログラム：一次元応答解析プログラムは「SHAKE, FDEL, YUSAYUSA」、三次元応答解析プログラムは「Super - FLUSH 3D」を使用している。
- (2) 解析モデル：図-1に示すように三次元解析モデルは、平坦な基礎地盤上での盛土を対象としており、ボックスカルバートはモデル化せず、地盤材料（基礎地盤・盛土）のみとしている。境界条件は、軸対称面を除く全ての面に半無限地盤への波動の逸散が考慮できる粘性境界を用いている。
- (3) 計算に用いる地盤・盛土物性値：基礎地盤は、地震時安定性に不利となるよう軟岩程度と設定している。また盛土物性値は、JH既設盛土での原位置調査結果（図-2参照）より、N値：N=15（初期せん断波速度： $V_s=200\text{m/sec}$ ）として、盛土の深度方向の剛性は一定で実施している。なお、ダム地震時安定性検討に用いられている沢田の速度構造モデルを用いて、盛土内の拘束圧増大に伴う剛性変化を考慮した比較検討も実施している。盛土材は、等価線形モデルを用い非線形性を考慮するが、基礎地盤は線形材料としている。
- (4) 入力地震動：解析に用いた入力地震動は、平成7年兵庫県南部地震でのボートアイト地中部（GL.-83m）の観測地震動を水道指針等で提案されている種地盤の基準化加速度応答スペクトルに適合させた地震動である。

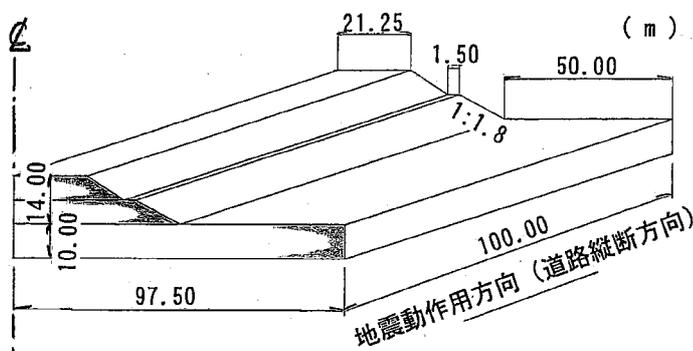


図-1 三次元応答解析モデル

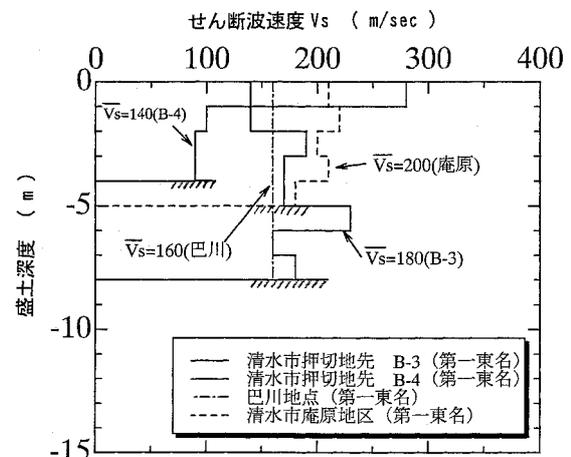


図-2 JH既設盛土の原位置調査結果（PS検層）

キーワード：盛土，ボックスカルバート，地震時挙動，耐震設計，三次元動的応答解析
 連絡先：〒194-8508 町田市忠生1-4-1 TEL042-791-1621 FAX042-791-2380

3. 解析結果

(1) 三次元動的解析による盛土の地震時挙動の把握：道路縦断方向加振での三次元応答解析結果として、道路縦断方向中央断面での各々の応答値を図-3に示す。同図は、盛土の剛性を一定とした場合である。これより、三次元動的解析による盛土の地震時挙動は以下のように考察される。

- 1) 盛土中央部での最大応答加速度分布は、盛土という形状（台形）効果により、中高部で増幅されるものの天端にかけて低減する傾向にある。これは、盛土の剛性変化を考慮した場合も同様の傾向である。
- 2) 盛土中央部での最大応答変位分布についても加速度と同様の応答特性を示すことが確認される。

(2) ボックスカルバートの耐震計算結果

- 1) 検討対象構造断面：図-4に示す構造断面（内空幅：8.0m、内空高さ：5.5mで土被り：6.0m）にて行う。
- 2) 地盤ばねの算出：駐車場設計・施工指針同解説に準拠し、静的FEMにより地盤ばねの算出を行っている。
- 3) 検討対象構造物の断面検討結果：検討結果の一例として、盛土の剛性を一定とした場合の断面力（盛土中央断面での応答を考慮）を図-5に示す。なお図中には、通常地中構造物に対して行われる一次元応答解析より得られた検討結果も示している。同図より、三次元応答解析結果を用いての安全性検討の結果、曲げモーメントが小さくなり、一次元モデルに比して耐力が確保できることが確認された。

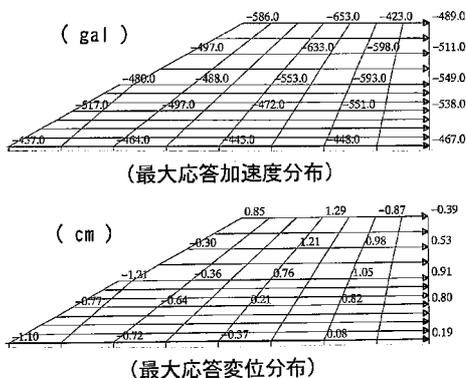


図-3 三次元応答解析結果

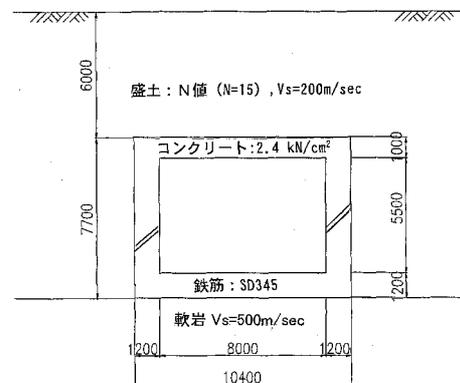


図-4 検討対象ボックスカルバート構造断面

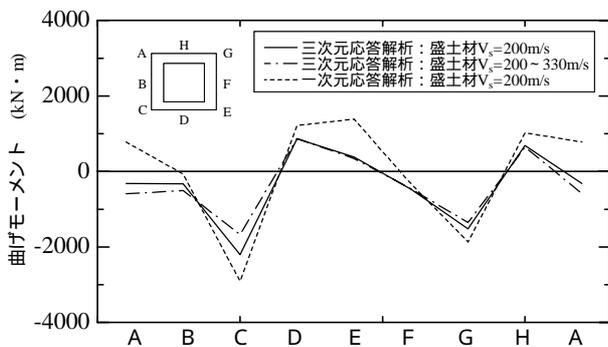


図-5 断面力比較図（曲げモーメント）

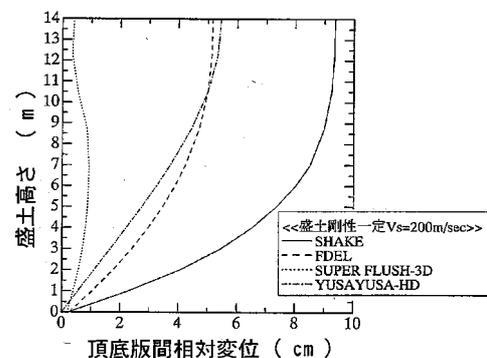


図-6 頂底板間相対変位の比較図

4. まとめ

現行の地中構造物の耐震設計は、一次元応答解析結果を用いて実施されている。ここで、現行の手法と盛土の形状効果を考慮した三次元応答解析結果を頂底板間相対変位で比較したものが図-6である。同図より、盛土の形状効果を考慮することで構造物相対変位量が非常に小さくなり、同応答値を用いて盛土内ボックスカルバートの耐震設計を行えば、より実地震時挙動に近い耐震設計が可能であることが判明した。

5. 今後の検討課題

- 1) ボックスカルバート縦断方向の大規模地震時の安全性検討として、二次元断面にて動的解析を行い、盛土の安定性ならびにボックスカルバート縦断方向の地震時安全性に着目した検討を行う。
- 2) ボックスカルバートの地震時挙動を解明し、縦断方向の段差・不等沈下対策、ウィング構造として盛土変形・土圧の変化の影響を受けない構造、周辺地盤の変形抑制、土圧低減工法などの構造細目の検討を行う。