

近接線状構造物の河川堤防への影響について

京都大学工学研究科 正会員 清野純史 阪神高速道路公団 正会員 藤井康男
 京都大学工学研究科 正会員 小野祐輔 阪神高速道路公団 正会員 浜田信彦
 清水建設(株) 正会員 藏重幹夫 (株)建設技術研究所 正会員 李 圭太

1. はじめに

地震時における線状構造物の地震時挙動に関しては、現在まで地上または地中深く埋設されたものについては数多くの研究がなされているが、地表面近くで河川堤防のような盛土に近接する半地下構造物についての研究は多くない¹⁾。しかし、高規格堤防のような水辺周辺の整備事業と一体となって道路整備が計画される場合もあり、今後はこのような構造物とその影響についての評価が見込まれる。そこで本研究では、線状の半地下構造物を想定し、3次元有限要素解析により、近接する河川堤防への地震時影響を検討する。

2. 解析手法

本研究では、3次元有限要素法により解析を行う。非線形地震応答解析を行うにあたり、地盤は材料非線形性を導入した。構造物は線形弾性体と仮定し、地盤の材料非線形特性には完全弾塑性モデルを用い、降伏条件としてDrucker-Pragerの降伏規準を用いた。解析領域側方においては、仮想仕事の原理に基づいた粘性境界を設けている。入力には基盤に行い、側方自由地盤の震動の影響も考慮している。さらにジョイント要素を用いることにより、地盤と構造物の剥離・滑動を考慮した解析を行うとともに、構造物の継手の影響も考慮に入れた解析を行った²⁾。

3. 解析モデル

地盤は地表面から順に沖積砂質土層、沖積粘土層、洪積粘土層、洪積砂礫層からなる成層地盤としてモデル化を行った。地盤の幅 X 、奥行き Y 、深さ Z はそれぞれ $140m$ 、 $250m$ 、 $83m$ とした。また、入力には兵庫県南部地震の際にポートアイランドで観測された加速度記録を用いた。その際に、 X 方向に NS 成分、 Y 方向には EW 成分、 Z 方向に UD 成分をそれぞれ入力した。また、本研究においては、構造物直下の地盤改良の有無とジョイント要素の有無で計4種類のモデルを解析した。

4. 解析結果

(1) 地盤改良の有無による堤防への影響

ここで用いられる地盤改良体は主に液状化対策のためのものであるが、この地盤改良体が堤防に与える影響について検討した。地盤改良した場合としない場合での、 $y=130m$ での盛土上端での応答を図-1に示す。地盤改良することにより $y=70$ 、 120 、 $180m$ での最大応答値の平均低減率は加速度応答で 8.4% 、速度応答で 15.7% 、変位応答で 15.7% となった。また、 $y=130m$ での最大せん断応力 τ_{zx} を図-2に示す。地盤改良により構造物の下部と盛土のせん断応力が低減していることが分かる。

(2) 構造物と地盤との剥離・滑動が堤防に与える影響

構造物と地盤との剥離・滑動を考慮するために、ジョイント要素を用いた。構造物と地盤の剥離・滑動を考慮した場合に、堤防の応答に及ぼす影響はほとんど見ら

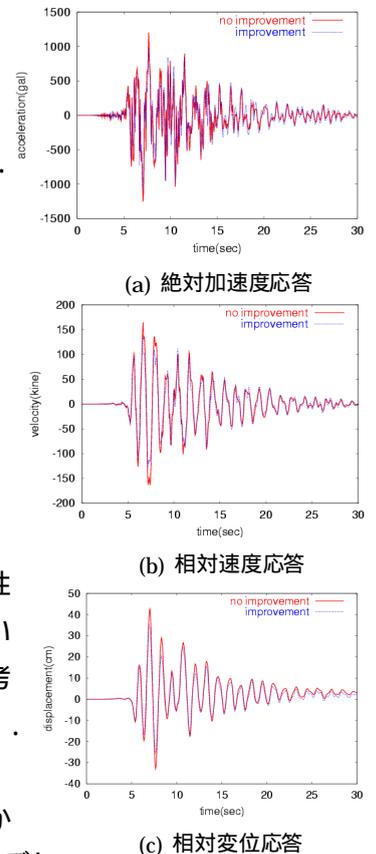
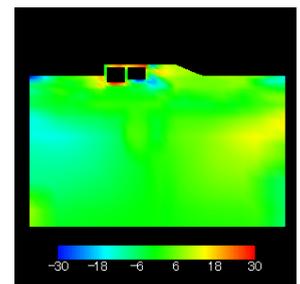
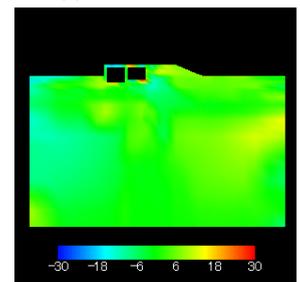


図-1 地盤改良の影響



(a) 地盤改良なし



(b) 地盤改良あり

図-2 最大せん断応力 τ_{zx} ($y=125m$)

キーワード 3次元有限要素法, 半地下構造物, 位相差入力, 地盤改良
 連絡先 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL: 075-753-5133 FAX: 075-762-2005

れなかった。

(3) 構造物 - 地盤間の剥離量

$y=130m$ での地盤と構造物の剥離量を示したものが図-3である。その地盤 - 構造物の剥離の出力地点を上段左側の図に示す。A点においては、5.0秒を過ぎたあたりから剥離が始まり、7.0秒付近の強震時に剥離量が最大となっている。地点Bにおいては、ほとんど剥離が生じていない。また、構造物の陸側側面の上部にあたる地点Cにおいては、2mmの残留剥離量が発生している。

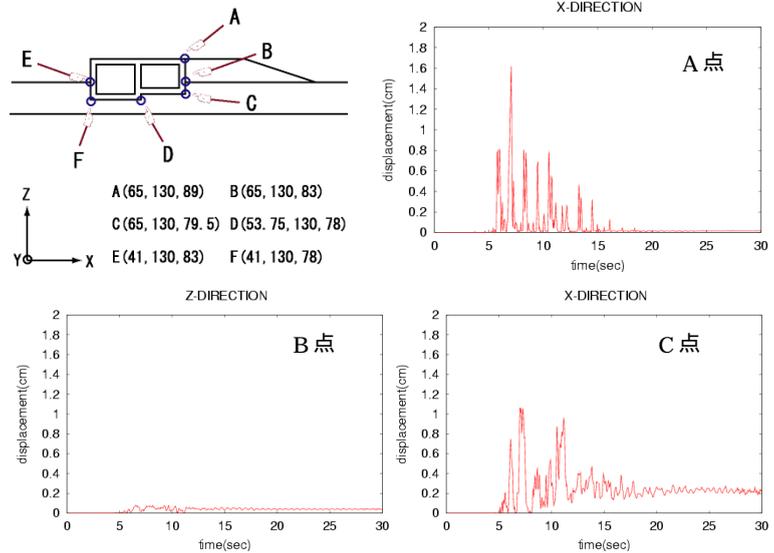


図-3 地盤 - 構造物間の剥離量

長大な構造物の場合、それぞれの場所で位相の異なる入

力地震動を受ける。トンネル等の線状構造物においては、位相差のある地震波に対する応答が耐震性能上重要な問題となる。そのため既往の沈埋トンネルの設計では、基盤面に沿った伝播速度 $1 \sim 2km/s$ を考慮して耐震安全性の照査が行われている。位相差のある入力を受けた場合の地盤震動の様子を示したものが図-4である。本研究で用いた手法は、入力加速度を積分した速度をダッシュポットを介して、モデル底面に力を入力するものである。

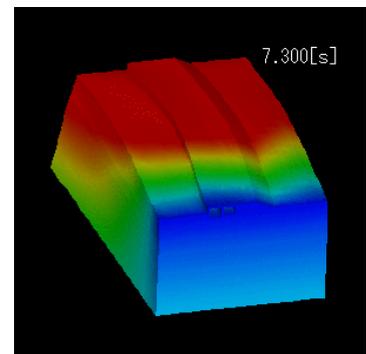


図-4 位相差入力による地盤震動

地盤改良を行った半地下構造物モデルに対して、伝播速度の違いが堤防に与える影響について検討を行った。図-5は伝播速度の違いによる構造物天端および法面上端における最大加速度応答であり、点線は伝播速度無限大の場合の最大応答値を示している。伝播速度が小さくなるほど最大応答値は減少する傾向にあるが、盛土上端においては、位相差のない場合の最大応答値を $200gal$ 以上越えるような結果が得られた。このことは、半地下構造物に接する盛土の同位相入力による解析結果は、位相差入力と比べ過小評価される場合があり得ることを示唆している。

6. まとめ

本研究の解析結果より以下のようなことが明らかとなった。

- (1) 半地下構造物直下を地盤改良することにより、堤防への影響も幾分か低減されることが分かった。
- (2) 地盤と構造物の間の剥離・滑動現象は、盛土の応答にほとんど影響を及ぼさないが、地盤と構造物の間の剥離・滑動現象によって、構造物と地盤の接触面に最大 2mm 程度の残留変位が生じた。
- (3) 伝播速度の違いによって、堤防の最大応答値が大きくなる場合が生じる可能性がある。

謝辞 本研究は 7S-III を改良して解析を行ったものである。貴重なご助言をいただいた立命館大学土岐憲三教授および日本コンピュータコンサルタントの岸本英明氏に感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 山下英郎：3次元動的応答解析に基づく半地下構造物の地震時挙動に関する研究，京都大学修士論文，2002。
- 2) Goodman, R. E.: Methods of geological engineering in discontinuous rocks, West publishing company, pp.300-368, 1976.

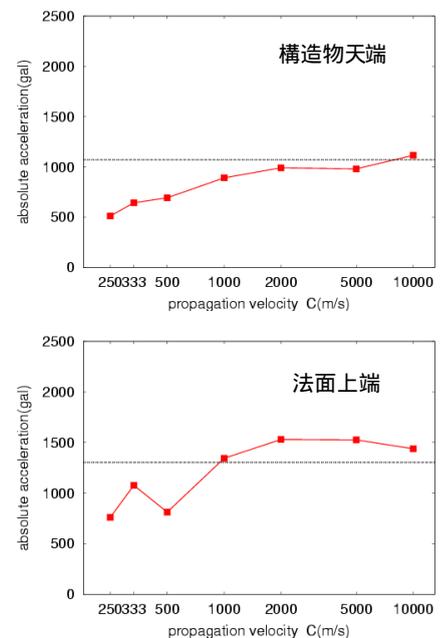


図-5 最大応答加速度の変化