

Ⅲ-A208

大規模盛土における耐震設計と地震観測

住友建設(株) 正会員 山地 斉
 アサヒビール(株) 小久保武志
 (株)日建設 正会員 川満逸雄
 住友建設(株) 正会員 諸田元孝

1. はじめに

アサヒビール神奈川工場造成工事は神奈川県南足柄市に位置し、開発面積約42ha、土工量約142万 m^3 の大規模造成工事である。盛土高さは約30mにおよぶ大規模なものであり、地震時の盛土法面の安定性は、工場の安全性に重大な影響を与えるものである。建設地である小田原地区は過去に多くの地震が発生しており、付近には活動度の高い「国府津－松田断層」が存在していることから、兵庫県南部地震に匹敵する直下型地震の発生が懸念されている。そこで長大盛土斜面を対象に、地震動を入力した動的斜面安定解析を行い耐震設計を試みた。本稿では、盛土の安定解析と盛土完成後に実施した地震観測および観測地震波を用いたシミュレーション解析について報告する。

2. 盛土施工前の検討

動的斜面安定解析は、図1に示すように盛土高が最大となる断面で行った。盛土地盤の物性値は、ボーリング試料の振動三軸試験結果より、原地盤はP-S検層結果より決定した。解析には、地盤剛性を等価線形化法で評価できる2次元複素応答解析プログラム「Super-FLUSH」を使用した。

入力地震波は、一般的な5波により盛土地盤での1次元波動伝播解析を行い、応答値が最大となる神戸大学波（兵庫県南部地震）を選定した。基盤入力加速度は、施設の耐用年数中に来襲する確率は小さいが対象地点に来襲の可能性がある最大地震動400gal（レベル2）とした。

また盛土基礎地盤の一部は、地表面より約8mの厚さでN値5程度の軟弱砂泥層が存在しており、高盛土斜面の安定が確保できない。SCP工法、深層混合処理工法、置換工法の3工法で動的解析を行った結果、置換工法のみが必要安全率1.0を満足したため対策工として採用した（図2）。

3. 盛土完成後の地震観測

完成した盛土地盤全体の剛性や伝達特性及び地震時挙動を把握するために、①地表型速度計による常時微動観測、②P-S検層、③地表型・埋設型加速度計による微小地震観測を計画、実施した。

観測の結果、せん断波速度が $V_s=150\text{m/s} \rightarrow 300\text{m/s}$ と盛土の剛性は当初の設定値を大きく上回っていること、盛土の固有周波数は3～3.5Hzであることが明らかとなった（図3）。さらに4つの微小地震波を観測できた。

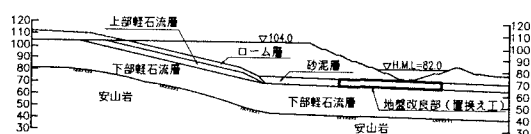


図1 検討断面図

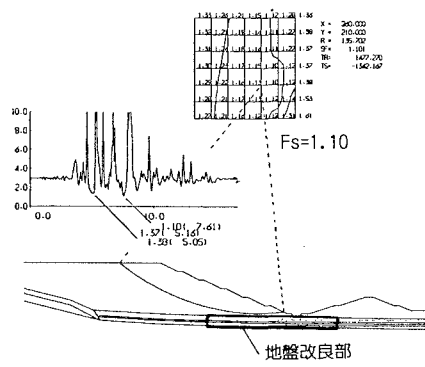


図2 動的解析結果（置換工法）

キーワード：高盛土、動的解析、地震観測、シミュレーション

〒160-8577 東京都新宿区荒木町13番地の4 住友建設(株) TEL 03-3225-5133 FAX 03-3353-5317

4. 観測地震波によるシミュレーション解析

地震観測より得られた千葉北西部地震波(H10.1.14:盛土天端 $\alpha_{\max}=10\text{gal}$)を用いて、下記の条件でシミュレーション解析を行い、解析モデル及び入力物性値の妥当性を確認した。

①盛土材料の初期せん断剛性は、P S 検層結果に基づいた拘束圧依存式から算出した。

②初期減衰定数 h_0 を10%、15%、20%と変化させた場合の地震応答解析値と実測値との比較を行った。

盛土の伝達関数の振幅比が最も一致したケースは、初期減衰定数15%の結果であり(表1)、この値を用いることで本盛土の応答特性を適切に評価できることがわかった(図4)。

表1 盛土伝達特性の比較

初期減衰	盛土のり肩/盛土下端			
	観測値		解析値	
	卓越周波数(Hz)	振幅比	卓越周波数(Hz)	振幅比
10%	3.34	5.93	3.05	9.67
15%	3.34	5.93	3.05	5.96
20%	3.34	5.93	2.97	4.17

5. 盛土の地震時安定検討

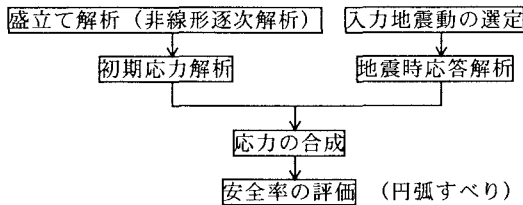


図5 盛土安定解析フロー

上記のフローで盛土の安全性の再評価を行った結果、表2の通り、円弧すべりの最小安全率は各ケースで当初設計値を上回ることが確認された(図6)。

表2 盛土安定解析結果

	本解析結果						当初設計値	
	神戸大波	El.Centro	千葉波	神戸	El.C		神戸	El.C
加速度	150	400	150	400	150	400	400	400
安全率	1.87	1.18	1.92	1.43	1.97	1.99	1.10	1.10

6. まとめ

P S 検層や微小地震観測結果から盛土の剛性は予想以上に向上していると判断され、それらの地震観測に基づく盛土応答特性を加味した動的斜面安定解析より、当初の置換工法による対策工が妥当性が確認できた。したがって今回の地震時安定性の照査では、レベル2地震動（基盤加速度：400gal）による盛土構造の安定性への悪影響は予測されなかった。今後、盛土に対する地震観測を継続し、強地震が観測されれば、解析へフィードバックしていくことが重要であると考えらる。

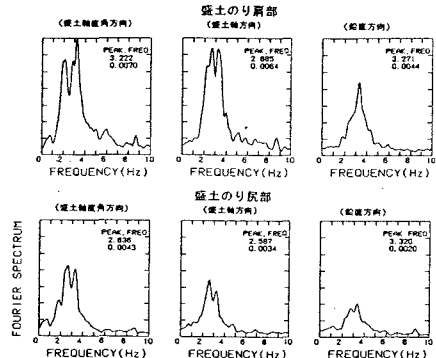


図3 常時微動観測波のフーリエスペクトル

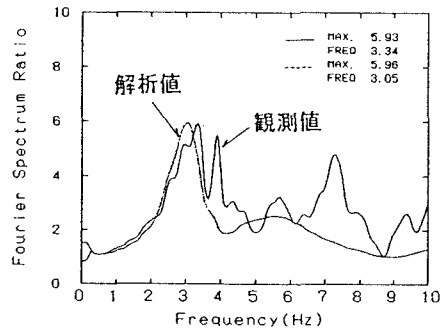


図4 伝達関数（盛土のり肩/盛土下端； $h=15\%$ ）

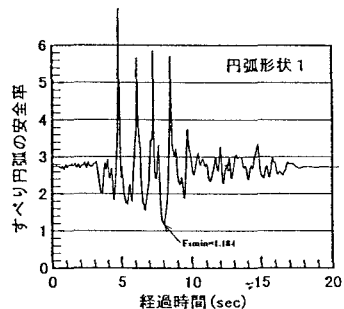


図6 安全率の時刻歴（神戸大学波：400gal）