

建設省土木研究所 松尾 修、古賀泰之、唐沢安秋
日本技術開発(株) ○白井太郎

1. まえざき

粘性土地盤上盛土に対して数種類の耐震対策工を施した場合の耐震効果を、仮想的な実物大モデルに対して、数値シミュレーションを行うことにより、定性的、定量的に評価した結果を報告する。

2. 解析方法および条件

解析は、地震後の土構造物の変形量を計算する永久変形解析法¹⁾によった。本解析法は、①初期応力解析 ②動的応答解析(以上、非線形有限要素解析)、③静的自重解析(ここで変形解が得られる。) ④実験材料である粘土の繰返し応力-永久ひずみ関係を求める繰返し三軸試験から構成される。①、②では、有限要素モデルの各要素の初期応力・動的応力を求めこれを④の結果と組合せて各要素の永久ひずみ変形量を見かけ上の剛性低下として表し、④により地震後の永久変形量を求めるものである。

解析モデルを図-1に示すが、対策工法としては、無対策、押え盛土、鋼矢板、地盤改良、補強シートとし、考慮するパラメータとして、押え盛土の幅・高さ、鋼矢板の根入れ深さ、改良部の位置、補強シートの引張り剛性を取り上げた。モデルは、基礎一砂層(層厚5m)-粘土層(層厚10m)で構成される基礎地盤上に、堤防、天端幅とも15mで、のり勾配1:2の堤体を築造したモデルを無対策モデルとし、これに各種対策工を施したモデルから成る。砂層は、液状化などの生じないものを想定し、粘土層は正規圧密状態にあるその強度増加率 $C_u/p = 0.34$ と設定した。なお押え盛土の物性は基本と同じにした。鋼矢板はH型を用い、1重施工とした。地盤改良工法は、深層混合処理工法により改良柱径1.0m、改良ピッチ1.6mの3列配置の柱状改良とし、これらを含み戻り土は、のり戻り外に施工する場合を考えた。改良柱体は、降伏しない弾性体($G = 4000 \text{ t/m}^2$)とした。

また改良柱下部と砂層の間には、0.5mの粘土層がはさまれている。補強シートについては土とのすべりを考慮するため、シート両面にジョイント要素を配し、そのすべり抵抗力は $t = \sigma_n \tan 20^\circ$ (σ_n :直応力)と設定した。またすべてのモデルにおいて、粘土層は堤体荷重による圧密強度増加を考慮した。入力地震動は1983年日本海中部地震における津軽大橋の地表面加速度記録を直接使い、最大加速度200galを基本に考え150gal、250galについても、いくつかのケースについて実施した。

3. 解析結果

動的応答解析の結果、同じ入力加速度に対しては各ケースとも最大応答加速度には大差は見られなかった。図-2に200gal 加振後の変形の状況を示す。図-3に天端沈下量をまとめて示す。いずれの対策工法にも沈下を抑える効果(耐震効果)があることを示している。図-4に押え盛土の幅および高さを変えた場合の天端沈下量の変化

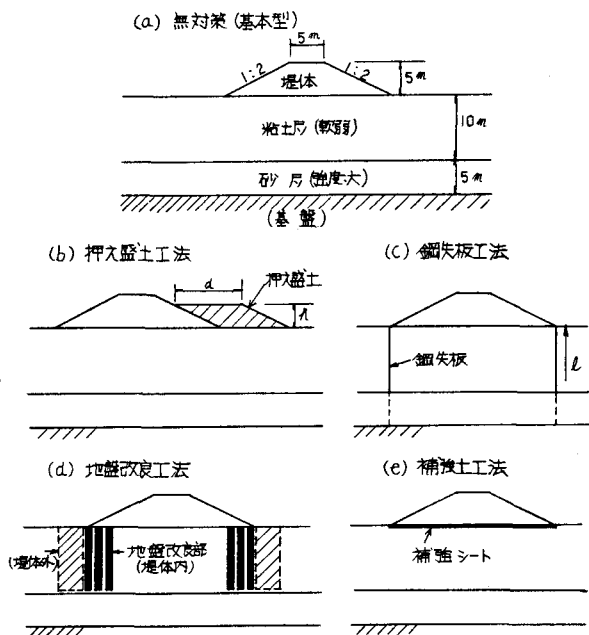


図-1 解析モデル

を示すが、押え盛土の規模が大きくなるに従い天端沈下量が低減していることがわかる。また押え盛土の土量が同一の場合は高さを高くした方が効果が高いようである。地盤改良工法では改良部を堤体内に入れたものよりも外側に施したものの方が、やや沈下量が小さくなっている。地震時には、改良柱体の存在により、その近傍の地盤の地震時せん断能力が増し、剛性低下(土の軟化)が著しくなる。そのため改良柱体が、堤体内にあるものの方が、改良柱体を堤体外

に施工したものより、剛性低下の範囲が、堤体中央附近に及びことになるため、沈下量がやや大きくなるものと考えられる。つぎに、鋼矢板工法は今回扱ったケースの中では、最も沈下量が小さくなるという結果になっている。矢板の根入れが砂層に達していないケースのものでも土の軟化が矢板前面でさほど顕著でないため沈下が小さくなったとも考えられるが、解析上矢板と粘性土の間のすべりを考慮していないため、変形抑止効果を過大に評価している可能性も考えられる。

補強土工法では、補強シートの引張り剛性EAが $1 \sim 100 \text{ t/m}$ では沈下抑制効果がほとんどなく、 1000 t/m で2割程度沈下が少なくなっている。今回のケースのような平均的な沈下に対しては、補強シートは、あまり効果がないものと考えられるが、補強シートの下面の、のり面においてすべりが生じている事から、すべり抵抗をもっと大きく設定することにより、今回の結果以上の効果は期待できると思われる。

4. あとがき

粘性土地盤上の堤防に対する各種の耐震対策工の効果を解析的に調べたような結果を得た。今後この数値解析による結果の妥当性を実験的にも検討することが必要である。

((参考文献))

- 1) 佐々木康、松尾修、唐沢安秋：地震による盛土の永久変形解析とその適用例、工本技術資料、Vol. 27 No. 3、1985

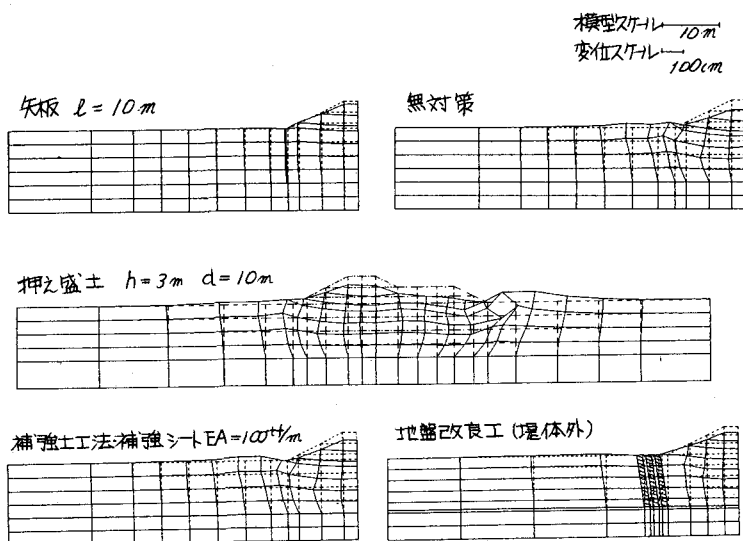


図-2 変形図

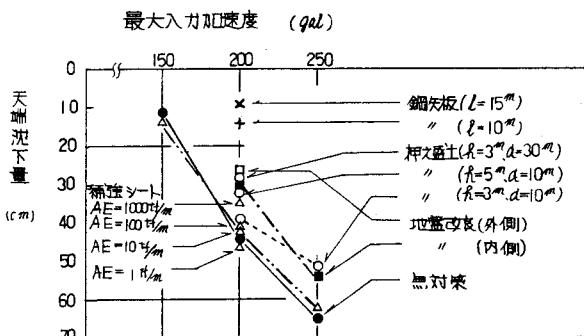


図-3 天端沈下量の計算結果

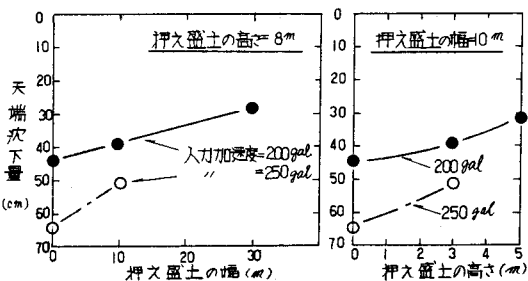


図-4 押え盛土の幅・高さの変化と天端沈下量