

III-200

掘割道路の地震時浮上りに関する模型振動実験および残留変形解析

建設省土木研究所

正員

○古閑潤一

古賀泰之

森下 義

1. はじめに

掘割道路のような半地下構造物は、地震時にまわりの地盤が液状化すると、浮上りに対する安定に問題が生ずることが予想される。ここでは、地盤の液状化層厚および掘割道路側方の地盤を締固め改良した場合の改良範囲が、掘割道路の地震時浮上り特性に及ぼす影響を調べるために行った模型振動実験と、残留変形解析による実験のシミュレーションの結果を報告する。

2. 模型振動実験

図1に実験に用いた模型地盤を示す。長さ250cm、高さ60cm、奥行き68cmの剛な箱型土槽に気乾状態の豊浦砂を空中落下させて相対密度60%前後の液状化砂層を作成した。下部支持層は、相対密度が100%前後になるように足踏みにより締固めた。締固め改良部分は、あらかじめ型枠内で凍結させた相対密度100%程度の豊浦砂のブロックを所定の位置に積み重ね、融解させて作成した。土槽の片側の側面は透明なアクリル板になっており、この面を通して地盤の変形状況を記録するために、染色砂を用いて液状化砂層に10cm間隔のメッシュを描いた。掘割道路として設置した模型（以下では掘割模型と称する）はアクリル製の箱で、鉛散弾を入れて加振前のみかけ比重を1.52に調整した。

加振は5Hz、20波の正弦波を用いて行い、加振加速度を80gal、100gal、150gal、200gal、300galの順に大きくした。

3. 残留変形解析

残留変形解析の基本的な考え方については文献1)、2)を参照されたい。

解析フローを図2に示す。ステップ1、2、4では建設省土木研究所所有の有限要素解析プログラムSADAPを用いた。ステップ1、2の応力解析では、地盤をHardin-Drnevichモデルとして計算した。100gal、150gal、200galの加振レベルを対象とし、各加振以前の浮き上がり量は考慮しなかった。ステップ3では、応力解析で得た τ_s （静的な初期せん断応力）、 τ_d （動的なせん断応力の最大値）および σ'_m （平均有効主応力）から繰返しせん断による累積せん断ひずみ γ^* を求め、これより見かけのせん断弾性係数 G^* を求めた。この G^* を用いて、ステップ4で地盤を線型弾性体とした変形解析を行った。掘割模型は常に十分な剛性を持つ線型弾性体として扱った。

なお、1つの要素に作用する τ_s および τ_d は考える応力面の傾きによって変化するので、応力面の傾きを水平から鉛直まで連続的に変えながらそれぞれの場合について G^* を計算し、そのうち最小のものをその要素の G^* とした。また、ステップ1および4では、掘割模型と地盤の間のすべりを表現するためにジョイント要素を用いた。

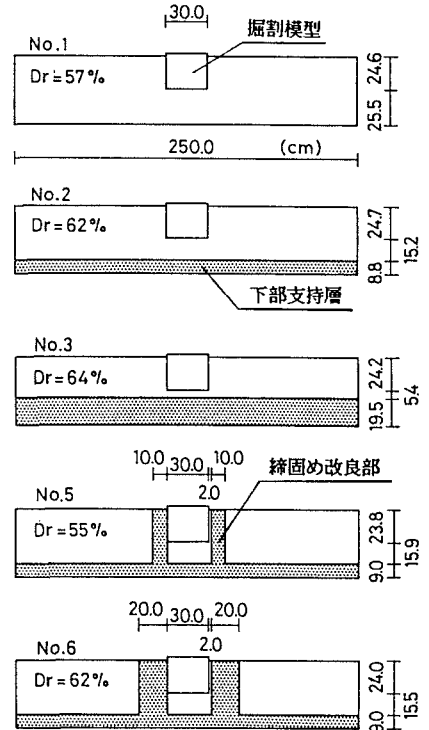


図1. 模型地盤

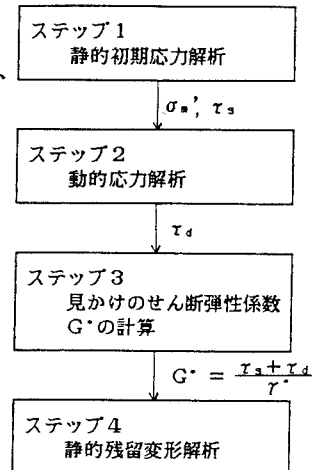


図2. 解析フロー

4. 結果及び考察

模型振動実験による掘割模型の累積浮上がり量と台加速度の関係を図3に示す。無改良の模型No.2では150gal加振時に大きく浮上がっているのに対し、締固め改良を行った模型No.5、6では200gal加振時に初めて大きな浮上がりが生じており、締固め改良による効果が現れている。また、締固め改良範囲の大きい模型No.6のほうが模型No.5よりも200gal以降の累積浮上がり量が小さく、改良範囲の影響も現れている。次に、模型No.1、2、3の結果を比べると、液状化砂層厚の小さいものほど浮上がり量が小さくなっている。これは、液状化砂層厚が小さいと、掘割模型底辺へ液状化した砂がまわり込みにくくなるためと考える。

残留変形解析による掘割模型の浮上がり量と加振加速度の関係を図4に示す。浮上がり量の大きさそのものは、実験値とは必ずしも一致しないが、締固め改良の効果と改良範囲の影響および液状化砂層厚の影響に関する定性的な傾向は、実験結果について先に述べたことと一致している。模型No.2の実験における地盤の変形状況を図5に、200gal加振時の模型No.2の残留変形解析結果を図6に示す。地盤の変形の生じる範囲と、掘割模型の側方5~10cm、深さ30cm付近が最も大きく水平方向に移動している点が一致している。

5. まとめ

- (1) 掘割道路側面を締固め改良した場合の浮上がり抑制効果を模型振動実験および残留変形解析により確認した。改良範囲が大きくなると浮上がり量は減少する。
- (2) 無対策の場合には、液状化砂層厚が小さくなると浮上がり量が減少する。これは、砂のまわり込みが起こりにくくなるためと考える。

参考文献

- 1) 佐々木ら(1982):盛土の地震による変形量の一解析手法、第17回土質工学研究発表会、pp.1893-1896。
- 2) 松尾ら(1983):地震による盛土の沈下量の計算、第38回土木学会年次学術講演会、pp.347-348。

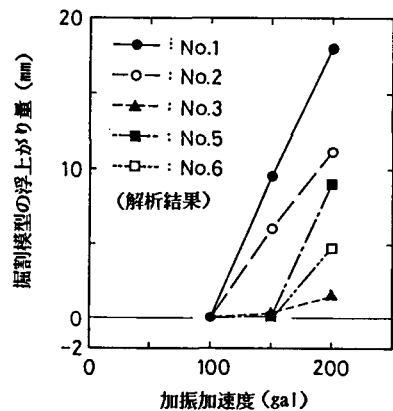
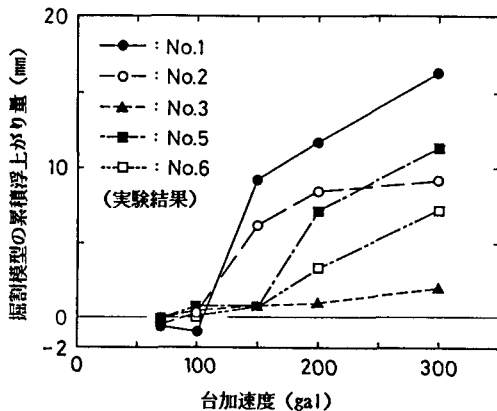


図3. 掘割模型の累積浮上がり量と台加速度の関係

図4. 掘割模型の浮上がり量と加振加速度の関係

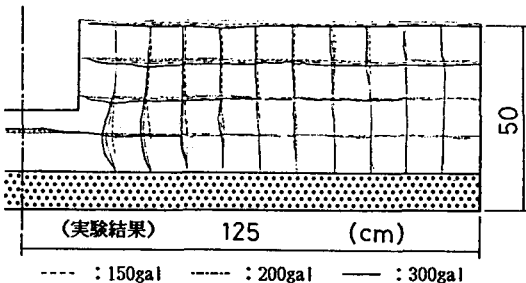


図5. 模型No.2の地盤の変形状況

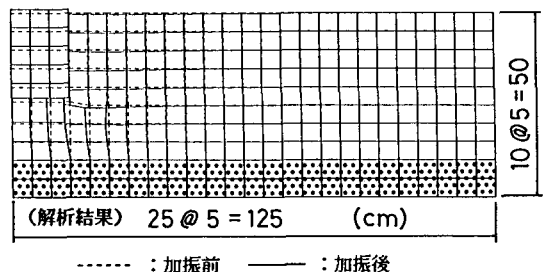


図6. 200gal加振時の模型No.2の残留変形