

Ⅲ-A251

橋台の側方移動に対する対策工（地盤改良工法）の効果

日本道路公団 試験研究所 正会員 稲垣 太浩 川井田 実
大成建設 技術研究所 正会員 石井 裕泰 堀越 研一

はじめに 橋台の側方移動に対しては何らかの対策が必要であり、プレロード工法が一般的に用いられてきた。しかし、近年、施工期間の短縮、周辺地盤への影響を抑えることを目的に深層混合処理工法等の地盤改良を、プレロードを行わずに採用する事例が見られるようになってきている。橋台の側方移動に対するこれらの対策工の効果は、改良範囲に依存することは明らかである。したがって、設計段階において橋台の安定性の判定を合理的に行うためには、その効果のメカニズムを含め、改良範囲と橋台の側方変位量との関係を十分に把握する必要がある。本報では、二次元断面FEM解析の結果を元に、橋台の側方変位量に対する地盤改良範囲の影響を調べると共に、日本道路公団設計要領第二集¹⁾（以下、設計要領）で定める橋台の側方移動判定値であるF値（ $=c_{u,ave}/\gamma HD$ 、ただしD:軟弱地盤層厚(m)、H:盛土高さ(m)、 γ :盛土単位重量(tf/m^3)、 $c_{u,ave}$:軟弱地盤の平均非排水せん断強度(tf/m^2)）の適用性について検討を行った。

解析ケース 解析モデルは、別報²⁾で用いた軟弱地盤層厚30mの解析断面中に、改良地盤に相当する要素（線型弾性体）を取り入れた。表-1に解析ケースの一覧を、表-2に改良地盤の物性値を示す（ケース名のうちDに続く値は改良深さをWに続く値は改良幅を、末尾のA、Bにより改良地盤物性の算出方法を表している）。改良地盤の物性値は①軟弱地盤下端まで改良を行った場合に現状のF値=4を満たす c_u を設定し他の地盤改良範囲を設定したケースについても同じ値を用いる場合（改良体強度一定：方法A）、②改良範囲ごとに、現状F値=4を満たす c_u を用いる場合（F値一定：方法B）の二つの条件により設定した。ただし、改良地盤はセメント系改良体である深層混合処理を想定し、入力パラメータである弾性係数とF値の算定に必要な非排水せん断強度について、 $c_u=q_u/2$ 、 $E=100q_u$ ³⁾の関係式を用いた。

表-1 解析条件

ケース	改良深さ (m)	改良幅 (m)
D30W10 A,B	30	10
D20W10 A,B	20	
D10W10 A,B	10	
D30W20 A,B	30	20
D20W20 A,B	20	
D10W20 A,B	10	
D30W30 A,B	30	30
D20W30 A,B	20	
D10W30 A,B	10	

表-2 改良体の入力物性値

	$E(tf/m^2)$	ν
方法A	4.32E+02	0.20
方法B改良深さ10m	1.12E+03	0.20
方法B改良深さ20m	5.94E+02	0.20
方法B改良深さ30m	4.35E+02	0.20

解析結果 図-1,2に、D10W10A、D30W30Aのケースについての盛土完成時の変位メッシュ図を示す。改良範囲が大きな場合、別報の無処理地盤の結果と比較して構造物の変位量、周辺地盤の変形量ともに小さくなっている。これに対して改良範囲の狭い場合、構造物の変位や周辺地盤の変

形が大きく生じている。図-3に、各解析ケースについて、改良範囲の縦断方向断面積と盛土10m完成時の橋台水平変位量との関係を示す。方法Aと改良体の剛性が異なる方法Bとではほとんど差はなく、今回解析を行った範囲では改良体の剛性の影響は小さいと言える。また、改良範囲の断面積と橋台側方変位量との関係は、同

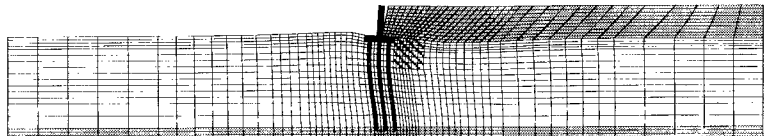


図-1 変位メッシュ図 (D10W10A) 変位は10倍で表示

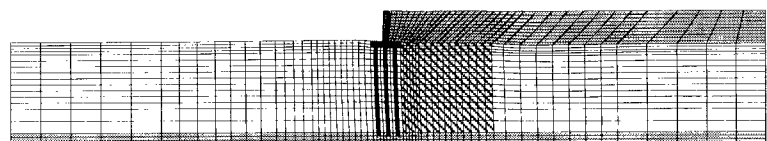


図-2 変位メッシュ図 (D30W30A) 変位は10倍で表示

キーワード：側方移動、F値、地盤改良、軟弱地盤、橋台

連絡先：横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設技術研究所 TEL(045)814-7236、FAX(045)814-7257

一曲線上にプロットされる傾向がある。

図-4に、改良幅10m、方法Aの結果について、盛土10m完成時での杭に働く水平方向荷重増分の分布を示す。図中には、別報²⁾の解析で得られた無処理地盤の結果についても示している。いずれのケースでも、杭頭付近に働く荷重は無処理の地盤に比べて減少している。しかし、軟弱地盤下端まで改良を行った場合にはいずれの深度においても無処理地盤の値を下回っているのに対して、その他のケースでは改良体下端付近での荷重値が、無処理地盤の値を上回ったものとなっている。先に示した図-2より軟弱地盤の下端まで改良しない場合には、改良体は橋台と接する地点を中心に回転しており、このために軟弱地盤との境界深さ付近で集中的に荷重が加わるものと考えられる。ただし、橋台との間にすべりが生じ接点付近の改良体に大きな鉛直変位が生じるような場合には、回転量は少なくなると考えられる。そのため、異なるモデル（例えば橋台形式が箱式のもの）では、杭に加わる水平荷重合力の値も小さくなると考えられる。

図-5に、全ケースについて杭に働く水平荷重合力と改良断面の面積との関係を示す。ここで、水平荷重量の合計は図-4の荷重分布曲線と縦軸により囲まれる面積で定義し、グラフ中の縦軸は無処理地盤の値により無次元化している。これより、地盤改良の断面積が大きいほど水平荷重量の合計は無処理の場合より小さくなり、応力を低減させる効果が大きくなる。改良深さが浅く、改良幅も小さい場合には、無処理の場合と大差はなく地盤改良による効果がほとんど見られない。

図-6にF値と橋台上部水平変位量との関係を示す。方法Aの結果では、F値が大きな程橋台上部水平変位量が減少する傾向が得られているのに対し、方法Bでは、F値が一定であるにもかかわらず水平変位量は60mm～130mm程度まで変化する。これは、F値のパラメータである γ 、 c_u の値が橋台近傍の鉛直断面のみ注目したものを用いている点に問題があり、現状のF値が地盤改良の範囲を考慮しない点が原因となっていると思われる。

まとめ 橋台の側方移動に対して、地盤改良断面の面積が大きな影響要因となっていることがわかった。ただし、今回の解析結果と異なり橋台と地盤との間に顕著なすべりが生じるモデルでは、改良体自体の回転が軽減された結果が得れるものと思われ、検討して行きたい。また、地盤改良範囲と同様に、橋台側方変位に対する盛土の軽量化範囲の影響についても検討を行ってゆき、橋台に生じる側方移動のメカニズム解明に努めて行きたいと考える。

【参考文献】1)設計要領第二集、1990、日本道路公団、2)石井ら、「橋台の側方移動に対する軟弱地盤層厚の影響」、1998、第53回土木学会年次学術講演会（投稿中）、3)粉体噴射攪拌工法〔DJM工法〕技術マニュアル：DJM工法研究会

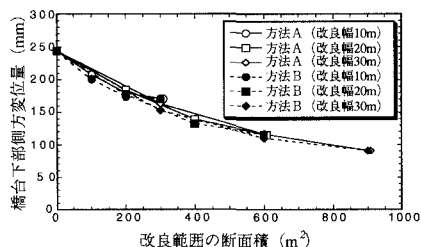


図-3 改良範囲縦断方向断面積と盛土橋台水平変位量との関係

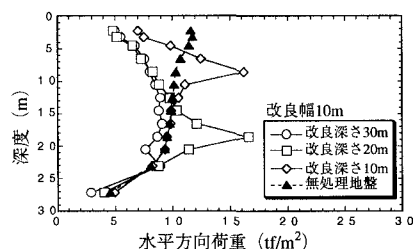


図-4 杭に働く水平方向荷重の深度方向分布

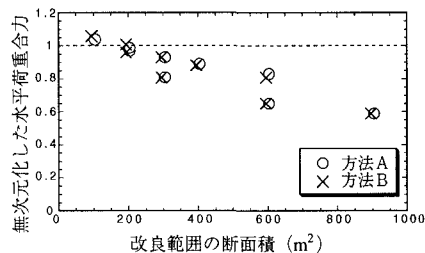


図-5 改良範囲の断面積と無次元化した水平荷重合計値の関係

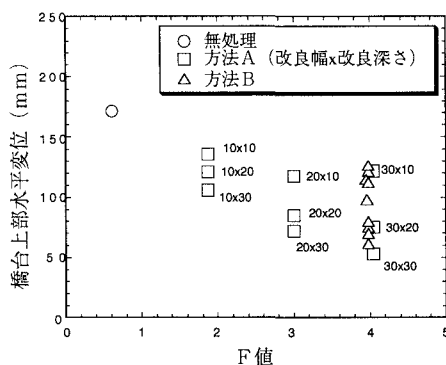


図-6 F値と橋台上部水平変位量との関係