

深層混合処理地盤の変形挙動解析

京都大学工学部 正会員 嘉門雅史
 東日本旅客鉄道 正会員 石川達也
 京都大学大学院 学生会員 ○内山 伸

1. まえがき

深層混合処理工法は軟弱地盤の改良に有効な工法であるが、設計手法が確立されているとはいえない。ここでは従来の手法で設計された深層混合処理工法を行ったにも拘らず、改良地盤に変状が生じた事例を対象に、2次元有限要素モデルでの数値解析により、改良効果と改良・未改良地盤の変形挙動を捉える。さらに本解析では実際の変状と数値解析との比較により設計手法における要点のとりまとめを行うことを目的とした。

2. 施工と変状

図1に示すようにある河川築堤現場で次のような変状が生じた。すなわちドライワークにて河床掘削終了後、築堤時に盛土の不等沈下が発生し、これに誘発されて河床部盤ぶくれ、およびパイル前傾に伴う引張亀裂などが引き起こされた。変状は当初10mの範囲であったが、盤ぶくれ、引張亀裂は最終的に50m程度にまでおよんだ。改良方式は直径1.0m、1.5m×1.3mの千鳥配置で改良幅1.3@4=5.2m、改良長7.0m、改良率40.3%であった。

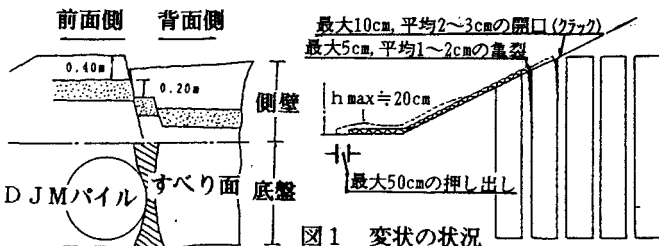


図1 変状の状況

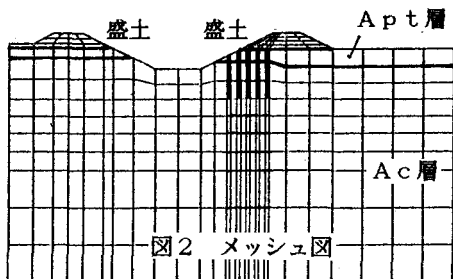


図2 メッシュ

3. 解析方法および条件

2.の地盤変形挙動解析にあたって、2次元平面ひずみモデルを用い、線形弾性解析と弾塑性解析（Von-Misesモデル）を行った。2次元メッシュと材料定数を図2および表1に示す。解析断面は、改良がフローティング支持タイプであることを考慮して断面範囲は深度方向を洪積粘土層のY.P -30.0mまで、水平方向は兩岸の堤体を含む60.0mの幅とする。境界条件は下端を水平・鉛直方向固定、左右端を水平方向固定とする。2次モデル化する際の表現方法として、改良固化体の中心位置は動かさず中心間距離の40.3%を改良部とする手法と、改良範囲全体の地盤強度を改良固化体の強度から改良率分だけ低減させた一様な複合地盤とする手法の2通りを考える。改良域と改良程度を変更したときの地盤挙動として図3に示すような4ケースについても解析を行った。

表1 解析に用いた地盤定数

	一軸圧縮強度	弾性係数	K_v
Apt層	2.34 (tf/m ²)	89 (tf/m ²)	0.6
Ac層	2.34	111	0.6
盛土	8.00	1000	0.6
改良固化体	130.0	37000	0.6
複合地盤	52.4	13000	0.6

	ポアソン比	粘着力 (tf/m ²)	降伏後の弾性係数
Apt層	0.4	0.78	17 (tf/m ²)
Ac層	0.4	2.00	20
盛土	0.33	0.00	200
改良固化体	0.1	8.00	5090
複合地盤	0.1	3.22	1762

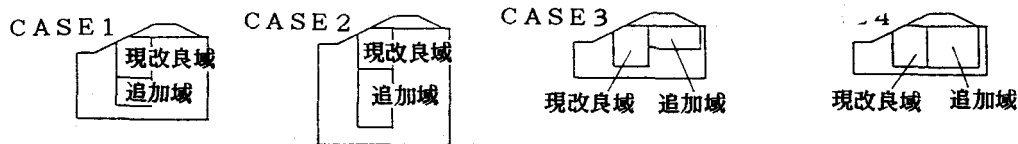


図3 改良域変更パターン

Masashi KAMON, Tatuya ISHIKAWA, Noburu UCHIYAMA

4. 解析結果

(1) 地表面沈下

図4, 5は地表面沈下量の水平方向分布を示したものである。全体としては左岸法面から河床部にかけての隆起と沈下が共通し、改良柱体が出ている17.0m付近で変位変化量が最大となっている。弾塑性解析の方が大きいが、数値的には実際の変位値から離れる。また、柱体改良表現より複合地盤表現の方が現実に近いものとなっている。

(2) 側方変位

図6, 7は右岸堤防の堤外地斜面尻の側方変位の鉛直方向分布を示したものである。全体の傾向は改良域下端付近で最大値を示し、深くとともに緩やかに減少している。解析法では、沈下と同様に弾塑性値が弾性値を上回るが、その割合は小さくなっている。また、改良表現での違いは解析法によって逆転が見られ、一概には言えず、変位ベクトルとして全変位量を考えなければならない。4ケースごとの改良域の変化で見ると、深度方向に延ばした場合、変位量は着実に減少するがある程度より深くなると地表面付近で増加する傾向が見られる。これは円弧すべりよりも側方流動の影響が卓越するためと思われる。

(3) 応力分担比

図8, 9は柱体地盤において最外柱体に働く主応力と応力分担比を示したものである。全体の傾向としては、背面側の数値が分担比・応力ともに大きくなっている。分担比は前面側では深いほど、背面側では浅いほど大きくなっている。

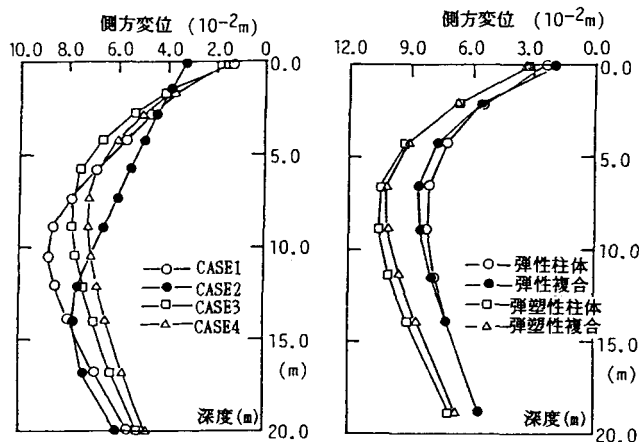


図6, 7 右岸堤外地斜面先における側方変位量の鉛直方向分布

5. おわりに

以上の結果より、弾塑性解析を行わずとも弾性解析で地盤挙動をある程度近似しうること、変位量と共に変位の変化量にも留意すべきであることが判明した。また、地盤を複合地盤として扱って差し支えないが、細部の変位や応力の方向・集中を考

える場合には不都合な点もあり、境界部分の問題と併せて今後の課題であると思われる。

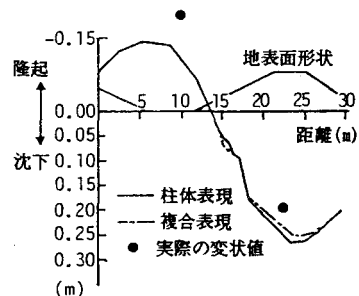
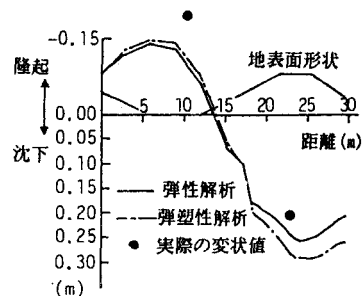


図4, 5 地表面沈下量の水平方向分布

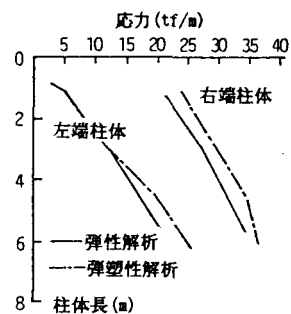


図8 柱体に働く主応力の深度分布

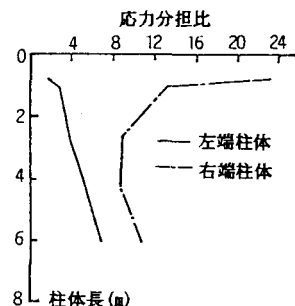


図9 応力分担比