

工法規定管理に着目した盛土の初期応力解析

新潟大学 非会員 ○齊藤日向子
 新潟大学 正会員 金澤伸一

1. 研究背景・目的

盛土構造物の築造において、構成する土質材料は盛土の力学特性を決定する上で重要であり、工法規定と品質規定によって管理される。そのため役割や性能を考慮して材料を選定しなければならない。

そこで本研究では、工法規定に着目した盛土の築造解析を行い、築造後の盛土内部の応力状態が要求性能を満たしているかを検討した。

2. 築造解析

(1) 解析条件

本研究で使用する解析コード DACSAR-MP[®]は、大野らによる不飽和土の弾塑性構成モデルを採用している。解析に使用する試料は一般的に用いられるシルト混じり砂である。なお、表-1 に材料定数、図-1 にシルト混じり砂を用いた締固め解析の結果、図-2 に解析領域を示す。

図-1 より、最大乾燥密度における飽和度はおよそ 80%であるため、用いる土質は飽和度 80%と設定する。対象とする盛土は天端幅 3m、下端 12m、高さ 6m とした。変位境界は、基礎地盤下端を水平・鉛直方向固定、構造物左端・右端を水平方向のみを固定とする。排気条件は、構造物上端を排気境界、基礎地盤左右端・下端を非排気境界とする。水理境界は、基礎地盤右端・上下端を排水境界、基礎地盤左端を非排水境界とする。また、工法規定方式に則り、敷き均し厚さを 30cm、20t 振動ローラを想定して各層に载荷と除荷を行い、締固めによる築造解析を行う。

表-1 材料定数

λ	κ	M	m
0.140	0.016	1.33	0.8
n	n_E	a	ν'
1.0	1.3	10.0	0.33
k_w (m/s)	k_s (m/s)	e_0	G_s
1×10^{-5}	1×10^{-3}	0.9	2.7
S_{d0}	p'_{sat} (kPa)		
0.15	5.0 (基礎部は10.0)		

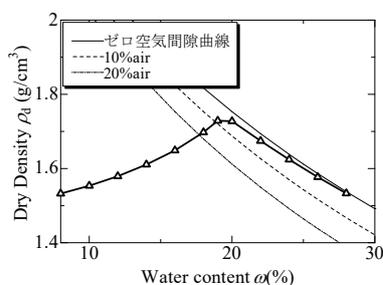


図-1 締固め曲線

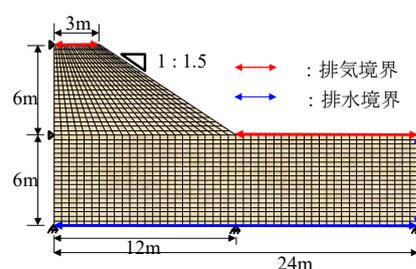


図-2 解析領域

(2) 解析結果及び考察

図-3 に、有効応力 p' 、間隙比 e 、サクシオン s 、飽和度 S_r 、せん断ひずみ ϵ_s 、偏差応力 q 、図-4、図-5、図-6 に盛土内部、法尻、法面中央、法肩での有効応力、間隙比、サクシオンにおける時間変化を示す。

有効応力と間隙比に着目すると、盛土内部では有効応力が約 250kPa、間隙比が約 0.7 となり、強度増加が期待できる。一方で、斜面部では有効応力が約 100kPa となり盛土内部と比較して小さい。さらに間隙比も初期から変化していない。これは、斜面部において築造中の締固めの効果を受けにくいためであり、築造後の外的要因に対する弱화가危惧される。

また、サクシオンと飽和度に着目すると、盛土下部から天端に近づくほどサクシオンは大きくなっており、飽和度は低くなる傾向がある。これは、土中に存在する水が下部へ流れるためであり、天端付近では盛土下部と比較してサクシオンによる見かけの粘着力が大きくなっていることがいえる。

また図-6 より、盛土内部と法先では築造中ではサクシオンが一定である一方、天端に近づくほどサクシオン

ンは大きくなり、天端では盛土内部と比較してサクションが 50kPa ほど大きい。

さらに、せん断ひずみに着目すると、盛土内部では 8.7%と大きくなっている。これは長期の築造の影響によるものであり、盛土内部は過圧密の状態となっているため築造後に影響はないと考える。

築造した盛土の締固めを確認する。盛土内部における締固め後の乾燥密度は 1.595g/cm^3 となる。このことにより、図-1 に示す締固め曲線における管理基準値 ($D_c = \rho_{dmax} \times 0.9 = 1.56\text{g/cm}^3$) を上回る結果となり、締固め後の盛土内部は土構造物に要求される管理基準値を満たしているといえる。一方、斜面部における締固め後の乾燥密度は 1.418g/cm^3 から 1.451g/cm^3 程度であり、管理基準値を満たしていない。

以上から、盛土内部では強度増加を期待できる一方、斜面部では弱화가みられることが分かった。このことから、斜面部においては、排水層や植生の効果を図るなどの対策工が必要となる。

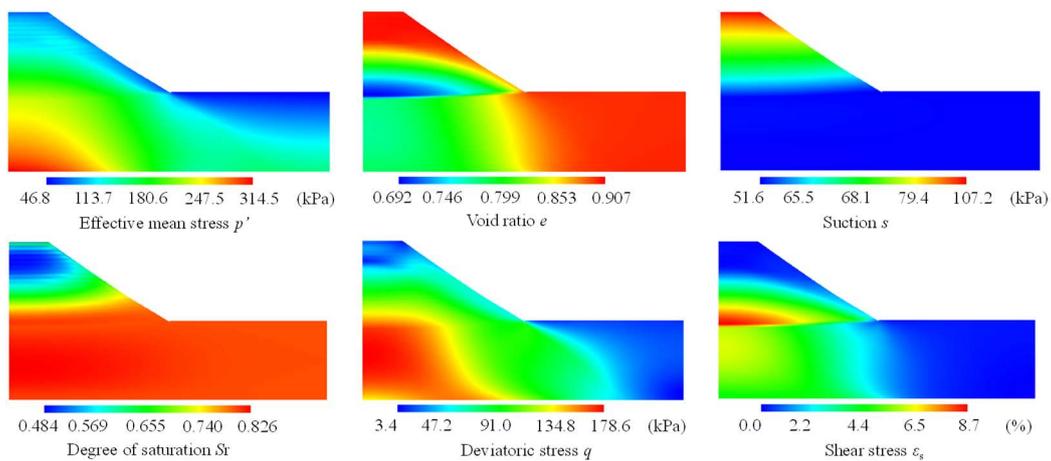


図-3 築造結果

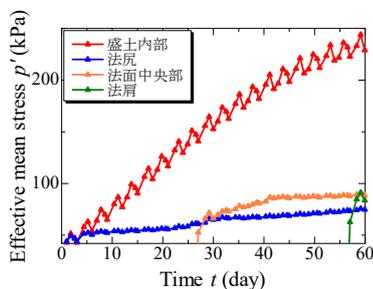


図-4 有効応力 p' の時間変化

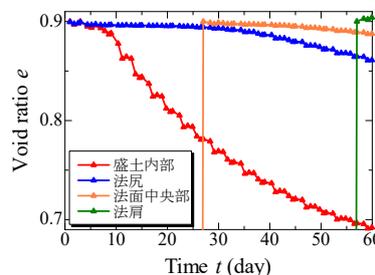


図-5 間隙比 e の時間変化

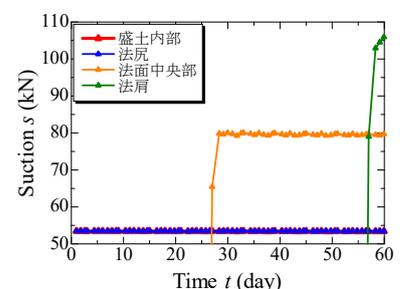


図-6 サクション s の時間変化

3. まとめ

土質材料による締固めを解いたことにより、盛土内部と斜面部では応力状態及び締固め度に大きな違いがみられることが分かった。今後は盛土の弱化メカニズムをより詳細に把握し、盛土全体での強度増加を図るため、季節の違いによる降雨や対策工も考慮した解析を行う。このことで、盛土の応力挙動をより深く解明していく。

4. 参考文献

- 1) 金澤伸一, 豊嶋拓馬, 河井克之, 橘伸也, 飯塚敦: 土/水/空気連成有限要素法を用いた締固め土の力学挙動の解析, 土木学会論文集, Vol.68, No.2, pp.291-298, 2012.
- 2) 河井克之, 汪偉川, 飯塚敦: 水分特性曲線ヒステリシスの表現と不飽和土の応力変化, 応用力学論文集, Vol.5, pp777-784, 2002.8.