ジオテキスタイルで補強された盛土の盛土全体系を考慮した地震応答解析

1. はじめに

ジオテキスタイル補強土は,阪神淡路大震災や東日本大震災におい て高い耐震性を示した¹⁾.既往研究の多くは,補強土の力学挙動につ いて補強土のみで評価することが多いが,補強土以外の部分の挙動の 影響も考慮することが重要である.例えば,Rowe ら²⁾は,軟弱地盤 上に盛土を施工する際,盛土を補強するだけではなく,軟弱地盤にド レーンを設置することで,より良い効果が得られることを示した.ま た,多くの研究は静的な問題を対象としているが,動的な問題に ついては,図-1に示すような複雑な形状ではなく,比較的シンプ ルな形の盛土のみを対象としていることが多い.本研究では,実 際に建設された盛土を参考にモデル化し,ジオテキスタイル補強 土を含む盛土全体系の挙動に注目し,ジオテキスタイル以外の挙 動が,ジオテキスタイル補強土の耐震性に及ぼす影響を調べた. なお,解析には GEOASIA³⁾を用いた.

名古屋大学 正会員 ○酒井崇之 名古屋大学 フェロー会員 中野正樹



図-1 解析断面(盛土のみ拡大)

表-1 材料定数

		石灰改良土		補強土
弾塑性パラメータ				
圧縮指数	$\widetilde{\lambda}$	0.098		0.040
膨潤指数	$\widetilde{\kappa}$	0.030		0.002
限界状態定数	М	1.400		1.750
NCL の切片	Ν	2.090		1.440
ポアソン比	υ	0.300		0.200
発展則パラメータ				
正規圧密土化指数	т	1.700		5.000
構造劣化指数	а	0.500		10.00
	b	1.000		1.000
	С	1.000		1.000
塑性指数	$C_{\rm s}$	0.100		1.000
回転硬化指数	$b_{ m r}$	0.300		0.001
回転硬化限界定数	$m_{ m b}$	0.500		0.500
初期値				
構造の程度	1/ R *	220	70	1.10
比体積	v	2.367		1.428
応力比	η	0.000		0.000
異方性	ζ	0.000		0.000



図-2 ジオテキスタイルを入れた箇所



2. 解析モデル

図-1 に解析断面の盛土部のみ拡大した図を示す. 盛土高さ 32m, 天端幅 13m の盛土である.本研究では,特に補強土と背後の石灰 改良土に着目するため,紙幅の都合上,これらの材料のみ説明す る.表-1 に本研究で用いた SYS Cam- clay model⁴の材料定数を示 回転の す.補強土は締固めやすい購入材料であり,最大乾燥密度は 2.09g/cm³で、最適含水率は 8.9%である.石灰改良土については, 現場でとれた土を石灰改良した材料である.本解析においては, 初期構造の程度の異なる 2 つのケースについて計算した.初期構 造の程度の違いは,石灰の添加率の違いを表現しており,ケース1は,ケ ース 2 よりも石灰の添加率が大きい.ジオテキスタイルのモデル化につい ては,図-2の赤線が示す部分について,節点間の距離が変わらない条件を 入力する ⁵ことでジオテキスタイルを表現した.図-3 は入力地震動を示 す.その他の解析モデルの詳細については,文献 6)を参照されたい.

3. 解析結果

図-4は地震終了時におけるせん断ひずみ分布を示す.ケース1について は、石灰改良土・補強土ともに大きいひずみが発生していないが、ケース 2については、石灰改良土・補強土ともに大きいひずみが発生した.特に 補強土については、同じ状態であるのにも関わらず、地震時の応答が大き く変化した.この原因について、図-4の要素1の挙動を詳しく調べること

で確認する.図-5に要素1の挙動を示す.ケース2についても,地震発生10秒までは,大きいひずみは発生していないが,その後,ひずみが大きく進展した.特に,過圧密Rが1.0のとき,軸差応力が一定でひずみが進展し

ジオテキスタイル補強土,石灰改良土,盛土,地震応答解析 〒464-8603 名古屋市千種区不老町名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻 TEL: 052-789-2734

要素1

ていくことから、限界状態になっていることが予想される.ケース 1については、過圧密Rが1.0にならないため、そのような挙動が発生 しない. したがってひずみが大きく進展することもなかった. 図-6 は、要素1の軸差応力q、過圧密R、要素1付近におけるジオテキスタ イルの張力の経時変化を示す.ケース2は地震発生10秒以降,ジオテ キスタイルの張力が大きく減少した. そのため, 軸差応力qが大きく なっており、土が除荷されないため、過圧密Rが1.0に近くなる. -方で、ケース1はジオテキスタイルに発生する張力が大きい.ジオテ キスタイルの張力が発生することにより、軸差応力gが小さくなる. つまり、土骨格は除荷されるため、過圧密Rが蓄積していく.このた

め、変形が小さくなった.このようなこと が起きた原因として,ジオテキスタイル補 強土の背後にある石灰改良土が大きく変形 することにより,ジオテキスタイル補強土 を背後から押し出すような挙動を示すこと が挙げられる. 石灰改良土が補強土を押し 出すことで、ケース1に比べ、ケース2の方 が、ジオテキスタイルの張力が働かなくな った. そのため、ケース2の方が、補強土の 変形が大きくなった.

4. おわりに

本研究では、ジオテキスタイル補強土の背 面にある石灰改良土が変形を起こすことで, ジオテキスタイルの張力が発生しにくくな

200

50

q (kPa)

Deviator stress 100

2

force T (kN)

Tensile

150

100

り,結果として補強土も変形を引 き起こすことを解析的に明らか にした.このことは、複雑な形状 の盛土の場合,ジオテキスタイ ル補強土のみならず, 盛土全体 の挙動に注目して、改良方法を 検討すべきであることを示唆し ている.

参考文献

1) Koseki, J. (2012): Use of geosynthetics to improve seismic performance of earth structures, G&G,34, 51-68.2) Rowe et al. (2008): Combined effect of PVDs and reinforcement on embankments over ratesensitive soils, G&G,26, 239-249. 3) Noda et al. (2008): Soil-watar coupled finite



図-7 軸差応力,過圧密,ジオテキスタイル張力の経時変化

deformation analysis based on a rate-type equation of motion incorporating the SYS Cam-clay model, S&F, 48(6), 771-790.4) Asaoka, et al. (2000): Super loading yield surface concept for highly structured behavior. S&F 40(2), 99-110. 5) Asaoka et al. (1998): Displacement/traction boundary conditions represented by constraint conditions on velocity field of soil, S&F, 38(4), 173-181.6) 酒井他 (2014): ジオテキスタイ ル補強土を用いた盛土の耐震メカニズムの数値解析による把握,地盤工学会特別シンポジウム-東日本大震災を乗り越えて-,189-197.