

想定木片混入分別土の長期力学特性の骨格構造概念に基づく解釈

災害廃棄物 三軸圧縮試験 構成式計算

名古屋大学 国際会員○中野正樹 酒井崇之
学生会員 池上浩樹 今枝龍之介

1 はじめに

前報¹⁾では、想定木片混入分別土に対し、三軸圧縮試験を実施し、①木片混入、②埋設放置、③木片腐朽の影響に関して検討を行った。本研究では、前報で行った三軸圧縮試験結果を弾塑性構成則 SYS Cam-clay model²⁾により再現を行い、再現によって得られたパラメータから①木片混入、②埋設放置、③木片腐朽の3つが力学特性に及ぼす影響について、骨格構造概念に基づいた解釈を行った。

2 想定木片混入分別土の三軸圧縮試験の再現

前報における「木片無/放置無」、「木片無/放置有」、「木片有/放置無」、「木片有/放置有」、「肥料」の三軸圧縮試験結果の再現において、SYS Cam-clay modelの弾塑性パラメータおよび発展則パラメータは、母材となる土試料がS50C50で全て同じであることから、試験ケースに依らず同一であると仮定した。実際は、たとえ母材が同じであろうと、木片混入の有無、木片腐朽の有無で、発展則パラメータは同一とは言い切れない。それは弾塑性パラメータでも同じことが言える。ここでは、あえて弾塑性・発展則パラメータを同一とすることで、初期値の違いを見て、各ケースの力学挙動の違いを説明することが可能となる。

初期状態は10.0kPaの等方応力状態で、100.0kPaの等方圧密過程および側圧一定での非排水せん断過程を計算した。本研究では、練返し正規圧密状態の試料に対して試験を行っていないため、表1に示す材料定数や表2に示す初期値を試行錯誤的に変化させることで、最終的に表1、表2のような材料定数と初期値を得た。材料定数のうち発展則パラメータに着目すると、正規圧密土化指数 m が大きく、構造劣化指数 a が小さい。つまり、構造が劣化しづらく、過圧密の解消が速い粘土に近い特性を持った材料であることがわかった。

図1～図5に再現結果を示す。解析結果を赤実線で、実験結果は前報と同じ色の実線とした。試験結果を概ね再現している。それぞれの初期値を比較し、①木片混入、②埋設放置、③木片腐朽が骨格構造へ及ぼす影響を考察し、①～③が力学挙動に及ぼす影響に関して、骨格構造概念を用いて説明する。

表1 材料定数

弾塑性パラメータ		
圧縮指数	$\tilde{\lambda}$	0.070
膨潤指数	$\tilde{\kappa}$	0.010
限界状態定数	M	1.400
NCLの切片 (98.1 kPa)	N	1.537
ポアソン比	ν	0.120
発展則パラメータ		
正規圧密土化指数	m	2.000
構造劣化指数 ($b=c=1$)	a	0.200
塑性指数	c_s	0.550
回転硬化指数	b_r	0.050
回転硬化限界定数	m_b	1.200

表2 初期値

試験番号	初期平均有効応力 (kPa)	比体積 v_0	構造の程度 $1/R^*_0$	過圧密比 $1/R_0$	初期軸差応力 (kPa)	初期異方性
木片無/放置無	10.0	1.662	3.50	6.40	0.0	0.0
木片無/放置有		1.687	34.80	41.93		
木片有/放置無		1.628	3.50	11.27		
木片有/放置有		1.721	35.5	24.27		
肥料		1.744	13.74	6.40		

①木片混入については、図1の木片無/放置無と図2の木片有/放置無の結果を比較する。今回作製した供試体は、土部分の締め固度が同じである。つまり、木片が入っている方が密になっているため、過圧密比が大きくなった。それにより、せん断初期の塑性圧縮が、木片有/放置無より木片無/放置無の方が顕著でなく、最大軸差応力が大きくなった。

②埋設放置については、図1の木片無/放置無と図3の木片無/放置有を比較する。木片無/放置無と比較して、木片無/放置有の方が、

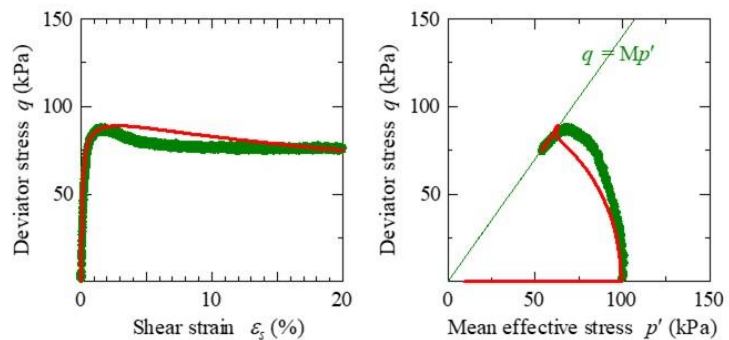


図1 木片無/放置無の再現結果

構造が高位化し、過圧密比も増加した。要因は明らかではないが、埋設によって構造が高位化し、疑似過圧密効果をもたらした。それによりせん断中に塑性膨張を伴う硬化挙動が顕著になり、最大軸差応力が大きくなった。

③木片腐朽については、図2の木片有/放置無と図5の肥料を比較する。木片が完全になくなってそこが空隙になることから、腐朽が進行するにつれて間隙比が増加する。また、それに伴い構造の程度が大きくなっていく。構造の程度が大きくなるために、せん断初期の塑性膨張を伴う圧縮挙動が顕著になる。そして最大軸差応力が低下したと考えられる。

以上を踏まえて図4の木片有/放置有について考察を行う。①～③の影響により、構造が高位化した。過圧密比については、埋設していないものより大きい。木片が腐朽した影響もあり、木片無/放置有のケースより、過圧密比は小さかった。そのため、木片無/放置有に比べ、せん断初期の塑性膨張を伴う硬化挙動が見られず、最大軸差応力が低下した。

3 まとめ

木片が混入していても、その力学挙動は通常の土とよく似ており、想定木片混入分別土の力学挙動をSYS Cam-clay modelによって一組の材料定数で初期値を変えることによって、ある程度再現することができた。また、①～③の影響について、再現により得られた初期値の違いから、骨格構造概念に基づき考察を行った。①木片混入は過圧密比の増加、②埋設放置は構造高位化と過圧密比の増加、③腐朽進行は構造の高位化として解釈された。今後は得られたパラメータを用いて、GEOASIA³⁾による地震応答解析を行うことで、実際の土構造物に想定木片混入分別土を用いた時の耐震性照査を行い、木片混入分別土の有効利活用の促進に貢献していく予定である。

謝辞：本研究は、(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(3K163011)により実施された。ここに記して謝意を表する。

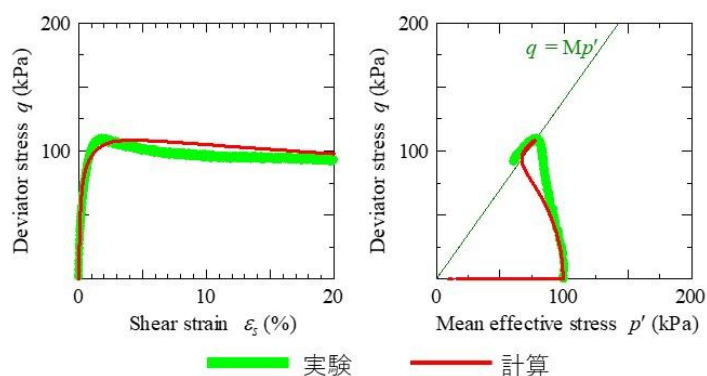


図2 木片有/放置無の再現結果

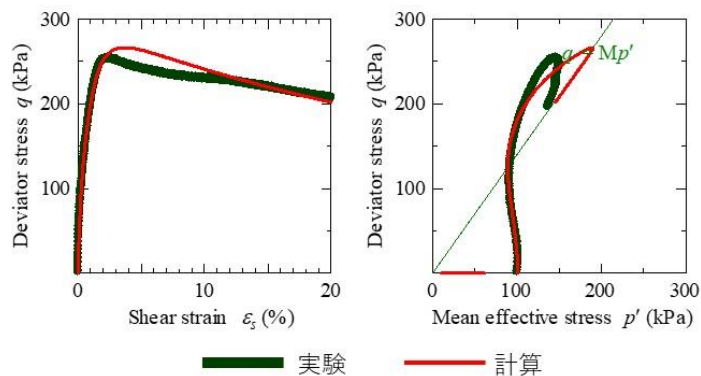


図3 木片無/放置有の再現結果

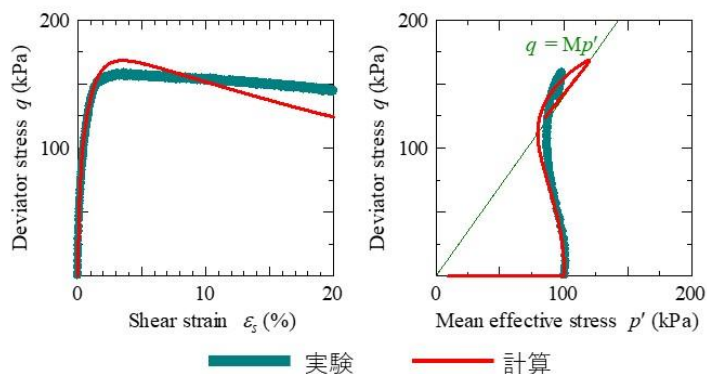


図4 木片有/放置有の再現結果

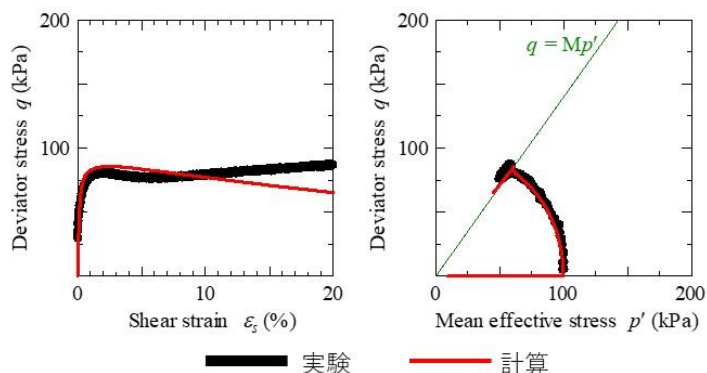


図5 肥料の再現結果

参考文献

- 1) 池上浩樹, 中野正樹, 酒井崇之, 今枝龍之介: 地震・津波災害で発生が想定される木片混入分別土の長期力学特性の把握, 第54回地盤工学研究発表会, 本誌
- 2) Asaoka, A., Nakano, M. and Noda, T. (2000): Superloading yield surface concept for highly structured soil behavior, Soils and Foundations, No.40, Vol.2, pp.99-110.
- 3) Noda, T. et al. (2008) Soil-water coupled finite deformation analysis based on a rate-type equation of motion incorporating the SYS Cam-clay model, Soils and Foundations, Vol.48, No.6, pp.771-790.