

Ⅲ - A73

砂質土盛土材の変形特性・累積歪特性

中央開発（株） 正 平野圭一 （財）鉄道総合技術研究所 正 蔣 関魯
 （財）鉄道総合技術研究所 正 館山 勝 東海旅客鉄道（株） 正 筑摩 栄
 東京大学工学部 正 龍岡文夫

1. はじめに

阪神大震災では、土木構造物をはじめ鉄道盛土に多大な被害が発生した。このため、地震動によって生じる盛土の地震時永久変形量の推定と対策工の検討が重要となっている。そこで、地震時の繰返し応力に対する累積歪を考慮した盛土の地震時永久変形解析を行うための解析パラメータを得る目的で、鉄道盛土の代表的な盛土試料に対して、土の繰返し三軸試験（変形特性・累積歪特性）を実施した。地震時の盛土破壊形態は、地震時の繰返し荷重と累積されるせん断ひずみに依存してせん断剛性が低下し、永久変形の進行と共にせん断破壊が生じる。この永久変形量の大小に影響する盛土材料の繰返し荷重と累積されるせん断ひずみの関係（以下、累積歪特性と称する）は、盛土内部の初期せん断応力比に影響されるため、本試験では、初期せん断応力を考慮した室内繰返し三軸試験を行い、初期せん断応力、繰返し応力、繰返し回数をパラメータとした繰返し応力と累積歪の関係を求めた。なおこの関係式を用いた地震時永久変形解析^{3),4),5)}も別途行った。

2. 試験方法

試験材料および条件は、現盛土の状態を出来る限り考慮した。特に初期せん断応力比は、盛土の自重解析結果を基に、二段階の応力条件で行った。図-1に荷重変動図を、材料特性と試験条件を表-1に、今回使用した材料の粒度分布を図-2に示す。なお、軸ひずみの計測は、微小レベルではベディングエラーを削除できるLD Tを、微小～中間レベルではギャップセンサーを、また微小～大変形レベルでは外部変位計を用いて結果を整理した。図-3に試験装置の概要を示す。

表-1 材料特性と試験条件

試験項目		変形特性		累積歪特性			
供試体条件	試料	攪乱土（5層突固め）					
	密度	緩詰め	密詰め	緩詰め			
	$\rho_d(g/cm^3)$	1.482	1.587	1.482			
	不飽和	自然含水比 $w=14.5\%$					
	供試体寸法	$\phi 70 \times H140mm$					
排水条件		排気・排水					
載荷条件 (kgf/cm^2)	σ_r	0.2（負圧）					
	σ_s	—		0.4		0.8	
	σ_d	—		0.194 0.378		0.191 0.306	
				0.490 0.650		0.441 0.593	
載荷周波数		0.1Hz（正弦波）					

変形特性試験はJGS T 542-1994に準拠

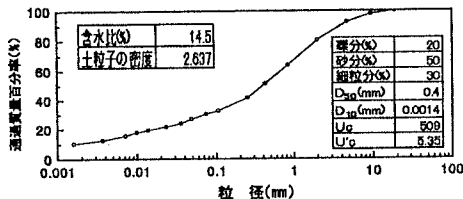


図-2 粒度分布

3. 変形特性

盛土の変形特性を把握するために、試験は盛土表層部に相当する緩詰め供試体と盛土深部に相当する密詰め供試体との2種類で実施した。図-4は、基準化した等価せん断剛性率(G/G_0)、履歴減衰率(h)と片振幅せん断ひずみ(γ)との関係を示したものである。0.001%程度のひずみレベルからひずみ依存性が現れた。

キーワード：砂質土・盛土・室内試験・動的・変形

〒332 埼玉県川口市西青木 3-4-2 TEL048-250-1414 FAX048-254-5490

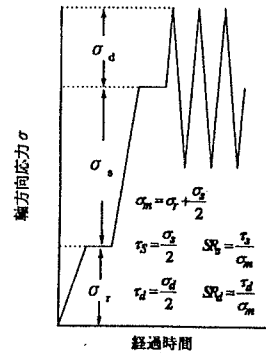


図-1 荷重変動図

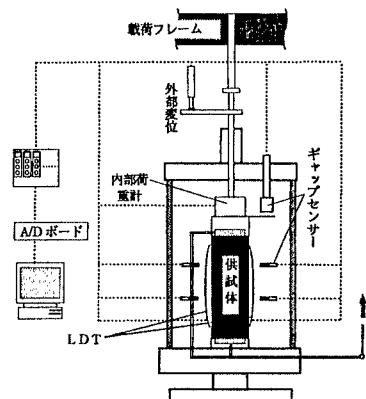


図-3 試験装置

4. 累積歪特性

図-5, 6は, 初期せん断応力を一定として, 動的せん断応力を変えた場合の, 繰返し載荷回数毎の最大軸ひずみ（累積歪）と繰返し載荷回数との関係を整理したものである。

この図から, 動的せん断応力は同じでも, 初期せん断応力が高い程累積歪は大きいことが分かる。すなわち, 初期せん断応力が高いと繰返し荷重に対する変形は大きくなる。さらに, この関係をロジスティック曲線で近似すると, 図中の回歸式でモデル化できる。図-7, 8はひずみレベルに着目して, 繰返しせん断応力比と繰返し載荷回数との関係を整理したものであり, 累積歪レベルに応じた $SR_d \sim N$ 曲線が設定される³⁾。これより, 地震時に発生する地震時せん断応力と繰返し回数が分かれば, その時の累積されるひずみを推定できると考えられる。

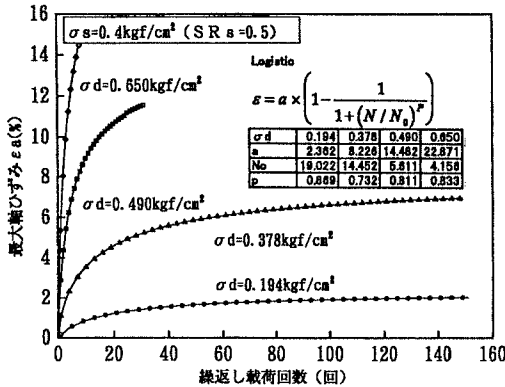


図-5 繰返し載荷回数と軸ひずみとの関係 ($\sigma_s=0.4$)

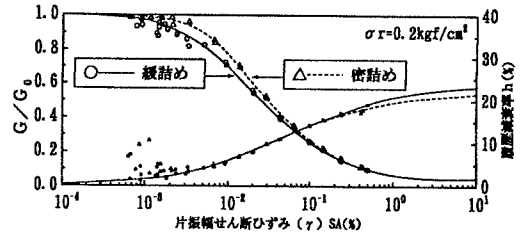


図-4 $G/G_0 \sim h \sim \gamma$ 曲線

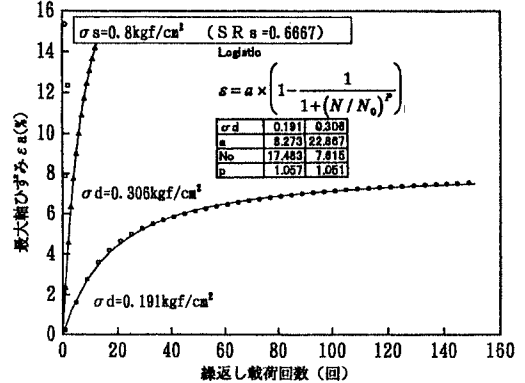


図-6 繰返し載荷回数と軸ひずみとの関係 ($\sigma_s=0.8$)

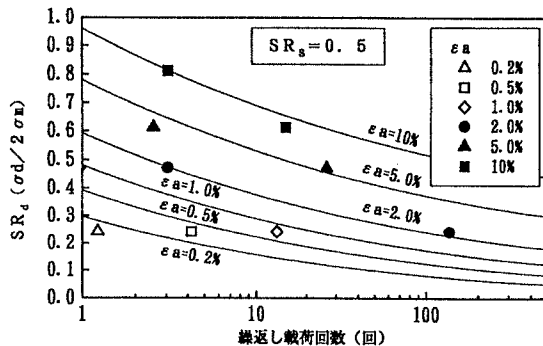


図-7 繰返し載荷回数と SR_d との関係 ($\sigma_s=0.4$)

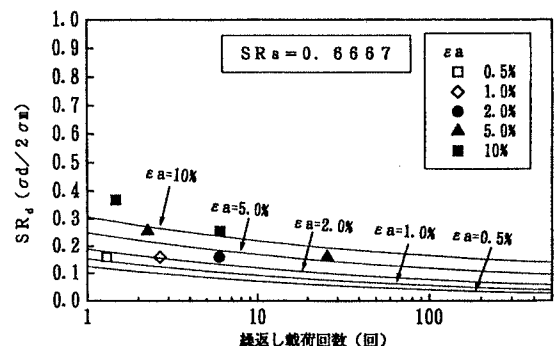


図-8 繰返し載荷回数と SR_d との関係 ($\sigma_s=0.8$)

5. おわりに

初期せん断応力を考慮した繰返し三軸試験より次のことが確認できた。①軸ひずみ（累積歪）と繰返し回数との関係は, 初期せん断応力比に影響される。②両者の関係はロジスティック曲線で近似出来る。③初期せん断応力比が高い程累積歪が大きい。

【参考文献】1) 保田・山田・山下・龍岡: 大型不攪乱砂礫土の非排水繰返し三軸試験による変形・強度特性, 地盤工学会 2) 土木学会・本州四国連絡橋耐震・基礎に関する調査研究小委員会: 本州四国連絡橋耐震・基礎に関する調査研究報告書 3) 堀井・館山・小島・古関: 砂質土盛土の地震による残留沈下予測, 第52回土木学会年次学術講演会, 1997.9 4) 西原・筑摩・館山・古関・龍岡: 砂質土盛土の地震時永久変形解析, 第52回土木学会年次学術講演会, 1997.9 5) 小久保・館山・西原・古関・龍岡: 砂質土盛土防護工の地震時永久変形解析, 第52回土木学会年次学術講演会, 1997.9