

# 風化度の異なる盛土材料の動的変形特性

基礎地盤コンサルタンツ(株) ○細堀 建司  
若杉 護

## 1. はじめに

盛土地盤の造成前に、地震応答解析によって盛土地盤の地震応答特性を評価したい場合、盛土材として使用予定の地盤材料を用いて土質試験を行い、解析に必要な動的変形特性を評価する必要がある。盛土材料として軟岩の掘削土砂を使用する場合、風化度の異なる土砂が発生するため、風化度によって変形特性が異なる場合は、使用する材料の風化の程度に応じた変形特性を評価する必要がある。本稿では風化度の異なる2種類の盛土材料によってS波速度測定試験、繰返し三軸試験を行い、風化度の違いによる動的特性の違いの有無について検証した事例について報告する。

## 2. 盛土材料の概要

盛土材料は風化した溶結凝灰岩の掘削土砂で、コアボーリングによって採取された試料を岩級ごとに区分して取り分けて試験試料とした。試料は土砂化したD級材料であったが、風化の程度によってDL級とDH級に区分される。DL級はほぼ土砂化した状態であるのに対し、DH級は小さな岩片が残存する状態にある。

試験は直径100mm、高さ200mmの供試体で実施したため、19mm以上の粒径をオーバーサイズカットして試料を調整した。表-1に各材料の物理特性、図-1に調整前、図-2に調整後の粒径加積曲線を示した。

DL材料は礫分が約30%、細粒分が約44%あるのに対し、DH材料は礫分は約60%、細粒分が約17%と粒度特性に大きな違いがある。

表-1 盛土材料の物理特性

試料名	DL材料		DH材料		
	粒度調整前	粒度調整後	粒度調整前	粒度調整後	
土粒子の密度(g/cm <sup>3</sup> )	—	2.690	—	2.661	
含水比(%)	—	19.0	—	13.6	
粒度	礫分(%)	31.6	30.7	59.6	60.0
	砂分(%)	25.0	24.8	23.9	23.5
	シルト分(%)	23.0	22.5	6.9	7.3
	粘土分(%)	20.4	22.0	9.6	9.2

## 3. 実施した動的特性試験

上記の材料に対し、盛土地盤のS波速度と動的変形特性を評価するため、「三軸供試体のVs・Vp測定試験」と「地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験」を実施した。

供試体は、大きさは直径100mm、高さ200mmとし、別途実施した締めめ試験で得られた最大乾燥密度の95%の値(DL材料1.553g/cm<sup>3</sup>、DH材料1.632g/cm<sup>3</sup>)で作成した。三軸供試体のVs・Vp測定試験は、拘束圧を100、200、300、400、500kN/m<sup>2</sup>の5ケースを実施し、このうち100、300、

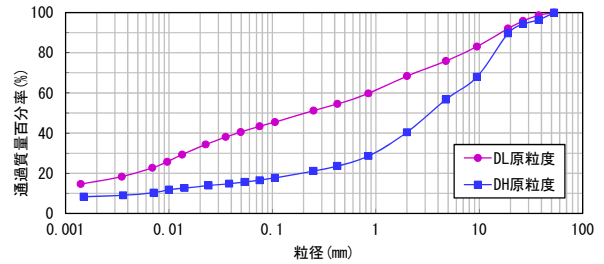


図-1 粒度調整前の粒径加積曲線

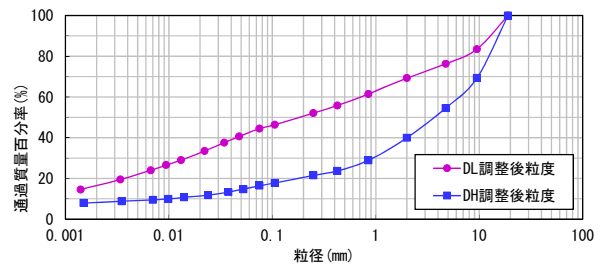


図-2 粒度調整後の粒径加積曲線

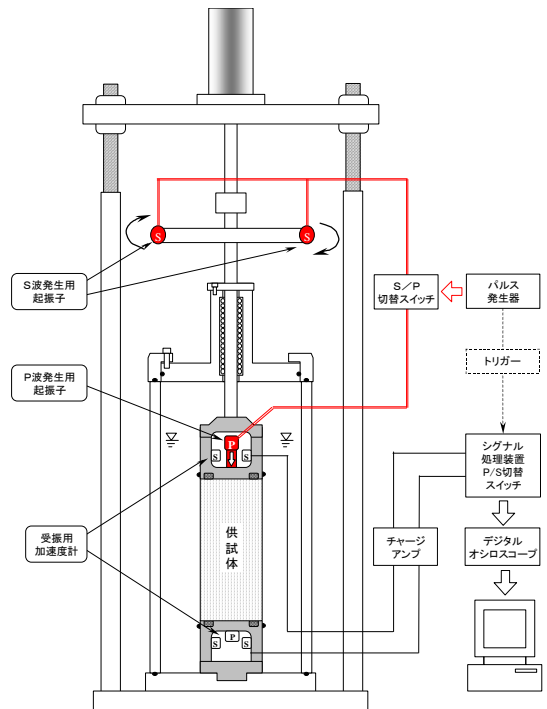


図-3 三軸供試体のVs・Vp測定試験装置

500kN/m<sup>2</sup>の3ケースについては、Vs・Vp測定試験に引き続いて、繰返し三軸試験を実施した。

Vs・Vp測定試験装置の概要を図-3に示す。測定装置は大別して、三軸セルに取り付けたS波、P波発生用の起振子と駆動装置、受振用の加速度計と受信装置、及びP/S切替装置より構成される。S波速度Vsの測定の際にはねじり波を発生して上下受振子の初動立上りの時間差よ

り、P波速度  $V_p$  の測定の際には圧縮波を発生して駆動電圧と下部受振子初動立上りの時間差より、波動の伝播速度が求められる。地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験は、JGS0542に則り実施した。

#### 4. $V_s \cdot V_p$ 測定試験結果

図-4と図-5に三軸供試体の  $V_s$  と  $V_p$  の測定結果を拘束圧力との関係で示した。 $V_s$  は拘束圧が大きいかほど大きくなる傾向が見られるが、 $V_p$  は拘束圧との関係は認められなかった。また、盛土材料との関係ではDH材料の供試体が、DL材料の供試体よりもやや  $V_s$ 、 $V_p$  が大きくなっているが、その差は小さく、 $V_s$ 、 $V_p$  としては同一の材料として扱えると思われる。図-4には  $V_s$  と拘束圧の近似曲線も示したが、 $V_s = 71.114 \times \sigma_c'^{0.268}$  で表され、一般的に認められる  $\sigma_c'$  の0.25乗に近い関係となった。

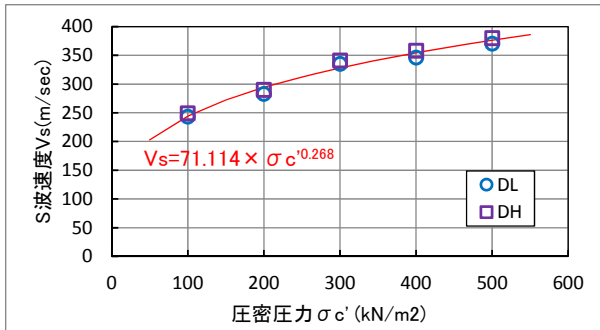


図-4 三軸供試体の  $V_s$  測定結果

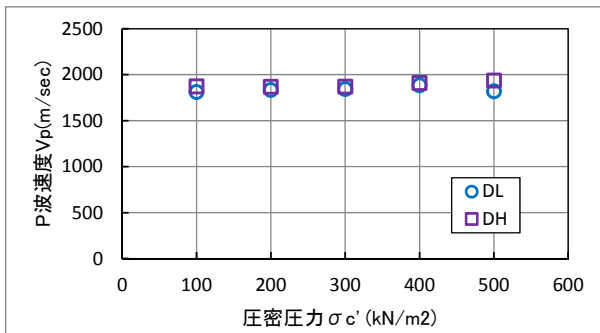


図-5 三軸供試体の  $V_p$  測定結果

#### 5. 繰返し三軸試験結果

図-6～8に繰返し三軸試験の結果をせん断剛性率比  $G_{eq}/G_0$  とせん断ひずみ  $\gamma$  の関係、および履歴減衰率  $h$  と  $\gamma$  の関係として整理した ( $G_{eq}$ : 等価せん断剛性率、 $G_0$ : 微小ひずみレベルの等価せん断剛性率)。  $G_0$  は各試験の最も小さいひずみに対する  $G_{eq}$  をとった。また図中の試験番号の添字1, 3, 5は拘束圧100kN/m<sup>2</sup>、300kN/m<sup>2</sup>、500kN/m<sup>2</sup>での試験であることを表している。

図-6、7で  $G_{eq}/G_0 \sim \gamma$  関係に対する拘束圧の影響をみると、DL材料、DH材料ともに拘束圧が大きいかほどやや曲線が右にあり、剛性低下し難い結果となっているがその差は小さい。  $h \sim \gamma$  関係は拘束圧による違いはみられない。図-8にはDL材料とDH材料の結果を重ねて示したが、

材料の風化度の違いによる動的変形特性の違いはほとんど見られなかった。また、図-9にHDモデルによる近似曲線を示したが、材料や拘束圧の違いに関わらず、概ね1本の曲線で表現できることが分かる。

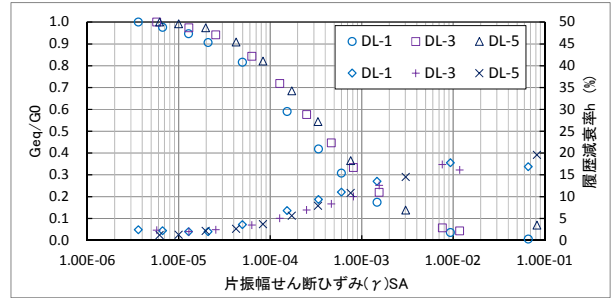


図-6 DL材料の  $G/G_0, h \sim \gamma$  関係

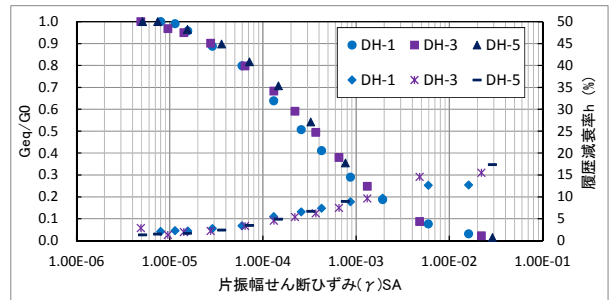


図-7 DH材料の  $G/G_0, h \sim \gamma$  関係

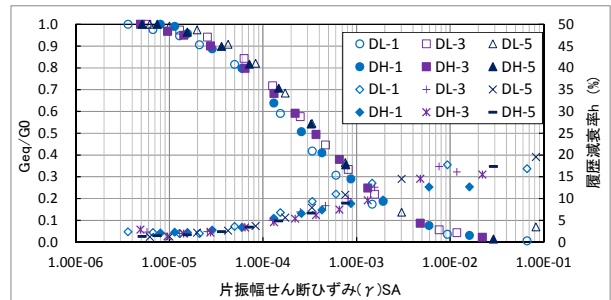


図-8 DL, DH材料の  $G/G_0, h \sim \gamma$  関係

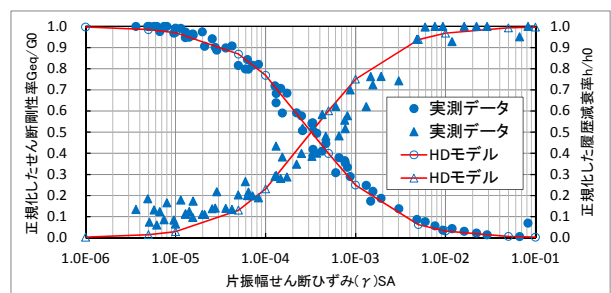


図-9  $G/G_0, h \sim \gamma$  関係のHDモデルによる近似

#### 6. おわりに

風化岩の掘削土を盛土材料とする場合、同じ締固め度で供試体を作成すれば、材料の風化度の違いによる動的変形特性の違いはあまり無いことが分かった。ただし乾燥密度や間隙比の条件を統一すると異なる結果になる可能性がある。また、今回の結果は溶結凝灰岩での結果であり、他の岩種では異なる特性を有する可能性が考えられるため、試験によって確認する必要がある。