

深層混合処理による地盤改良体のせん断波速度測定

清水建設（株） 正 ○内山 伸 正 西尾伸也
 同上 正 桂 豊 浅香美治

1. はじめに

深層混合処理工法による改良地盤の強度・変形特性は、一軸圧縮試験の q_u と E_{50} で評価されることが多い。近年、改良地盤は構造物の支持地盤としても利用されつつあり、耐震設計上、改良地盤の動的性質を把握する必要性が増加している。ペンダ-エレメントを用いたせん断波速度（以下、 V_s ）の測定手法は、簡便で原位置測定が可能¹⁾である。本論では、2つの現場で地盤改良体の原位置せん断波速度（以下、原位置 V_s ）測定を、3つの現場でブロックサンプリング地盤改良体のせん断波速度（以下、供試体 V_s ）測定を実施した。その測定結果を示すとともに、本手法の原位置測定の有効性を示す。

2. 現場概要とせん断波速度測定

図-1は、5つの現場の地盤概要と深層混合処理工法の施工仕様である。地盤の種類は、粘性土地盤が3ヶ所、砂質地盤が2ヶ所である。図中に V_s 測定およびブロックサンプリングの深さを示した。地盤改良体の種類は、いずれもソイルセメント柱列体で山留め壁が1ヶ所、壁状改良体が4ヶ所である。セメント系固化材の配合は、いずれも材令28日の設計強度が $q_u=500 \sim 800\text{kN/m}^2$ となるよう決定した。

表-1は、現場別の V_s 測定の形態の一覧である。現場A,Bでは原位置 V_s と供試体 V_s を比較し、原位置測定での振動方向や測定方向によるばらつき、原位置測定の有効性を検討した。また、土質の異なるC,D,E現場では供試体 V_s を測定した。 V_s は圧電セラミック型ペンダ-エレメントを用いて測定¹⁾²⁾した。写真-1は固定ベースにマウントしたペンダ-エレメント(12mmx12mmx0.5mm)の外観である。

原位置の V_s 測定は、2列一組で構築した壁状の地盤改良体を根切り時に高さ2m程度露出させ、共振・受振ペンダ-エレメントを様々な方向に取り付け実施した。図-2はA現場の、図-3はB現場の原位置 V_s

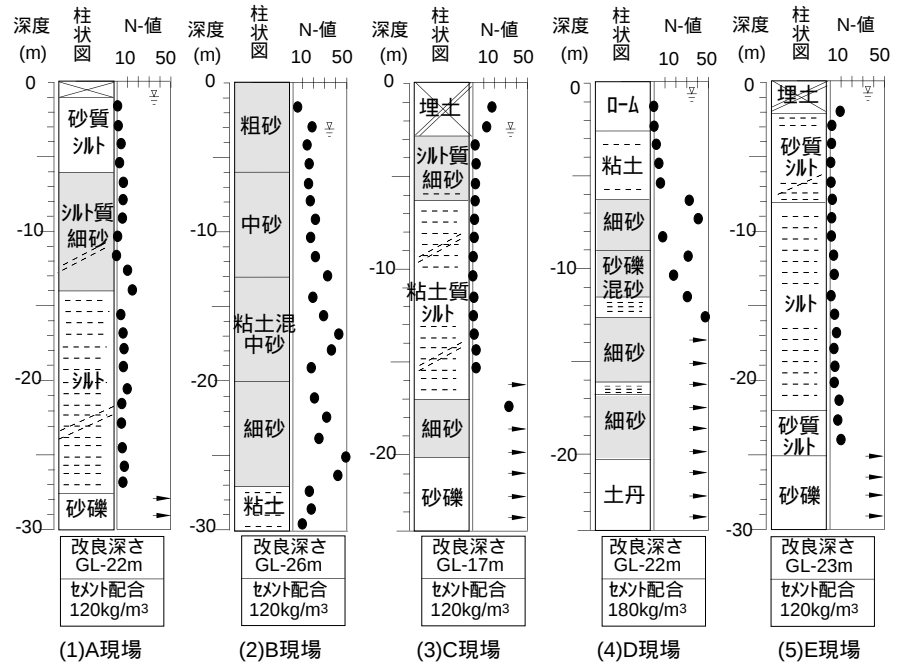


図-1 現場概要（印は、 V_s 測定位置あるいはサンプリング位置）

表-1 現場別 V_s 測定形態

現場名	A	B	C	D	E
原位置 V_s 測定	○	○			
ブロックサンプリング 供試体の V_s 測定	○	○	○	○	○
	振動方向 固定		振動・伝播 方向固定		



写真-1 ペンダ-エレメントの外観

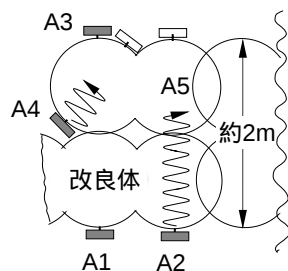


図-2 A現場のペンダ-エレメントの平面配置

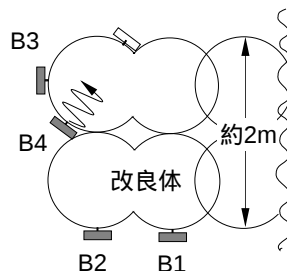


図-3 B現場のペンダ-エレメントの平面配置

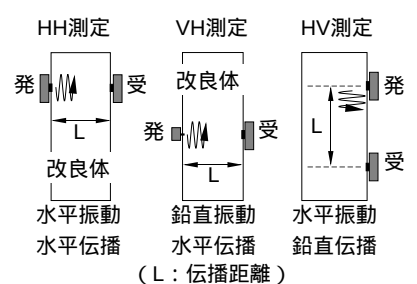


図-4 ペンダ-エレメントの断面配置モード

地盤改良体、深層混合処理工法、せん断波速度、一軸圧縮強さ
 東京都江東区越中島3-4-17, TEL 03-3820-5522, FAX 03-3820-5955

測定時の π -タ-メント平面配置である．それぞれ ϕ 1.0m, 2軸の深層混合処理で施工された改良柱体の側面を平らに削り, π -タ-メントを設置した．図-4は,断面配置の模式図である．測定パターンは,発振側の振動方向と波の伝播方向の組合せにより,HH(水平振動,水平伝播)測定,VH(鉛直振動,水平伝播)測定,HV(水平振動,鉛直伝播)測定の3通りである．

ブロックサンプリング供試体は,原位置改良体を重機で破碎した後の30cm前後の直方形(あるいは π -状)の塊から,トリマーまたはコアリングマシンを用いて成形した, ϕ 5cm,高さ10cmの供試体である．各供試体に対してVs測定,一軸圧縮試験を実施した．なお,C~E現場の各供試体のVs測定は,すべて原位置の配置を基にしたHV測定である．

3. 測定結果

表-2はA現場の原位置Vs計測結果である．原位置Vsは600~900m/sとばらつきが大きい, A1とA2, A3~A5を比較するとVsは伝播方向に関わらずそれぞれ近い値を示す．このことは,施工エレメント毎の混合攪拌状態の相違がVsに影響することを示している．また,A4での振動方向を変えた2種類の測定値はほぼ等しく,振動方向のVsへの影響はほぼ無いと考えられる．

表-3はB現場の原位置Vs測定結果である．原位置Vsは1200~1400m/sであり,通常地盤材料としては極めて高い値を示した．

図-5は,A,B現場のブロックサンプリング供試体Vsへの伝播方向の影響である．伝播方向によるVsの差はほとんど見られない．図-6は,A,B現場

のブロックサンプリング供試体Vsへの伝播距離の影響である．両現場とも伝播距離が短くなるとVsが増加する傾向がある．A現場の結果からは,伝播距離が長くなるほどVsのばらつきが小さくなることが推定される．図-7は,A,B現場のブロックサンプリング供試体のqu-Vs関係である．両現場ともブロックサンプリング供試体Vsのばらつきは,原位置Vsのばらつきとほぼ一致している．このことから, π -タ-メントによる原位置Vsのばらつきは,深層混合処理の材料混合性など施工上のばらつきに起因すると考えられる．図-8は,C~E現場のブロックサンプリング供試体のqu-Vs関係である．現場毎にquの増加に伴い概ねVsの増加傾向が認められる．これらの関係は,土質および材料混合・攪拌状態に大きく影響されることがわかる．

4. まとめ

π -タ-メントを用いた地盤改良体のVs測定は,振動方向,伝播方向,伝播距離の違いによる測定値のばらつきが小さく,原位置でのVs測定手法として有効である．

参考文献1) 西尾ほか: π -タ-メント試験におけるせん断発振子の変位計測,物理探査学会第100回学術講演会論文集,pp.127-131,1999. 2) 西尾ほか: π -タ-メントを用いたセメント改良地盤のせん断波速度測定,土木学会第55回年次学術講演会講演集,第3部門,B220,2000.

表-2 A現場の原位置Vs測定の結果

計測位置	A1	A2	A3	A4	A5
振動方向	水平	水平	水平	水平	鉛直
伝播方向	鉛直	鉛直	鉛直	水平	水平
伝播距離L(mm)	500	503	248	1002	1002
せん断波速度(m/s)	631	582	873	715	726

表-3 B現場の原位置Vs測定の結果

計測位置	B1	B2	B3	B4
振動方向	水平	水平	水平	水平
伝播方向	鉛直	鉛直	鉛直	水平
伝播距離L(mm)	500	500	500	991
せん断波速度(m/s)	1412	1202	1366	1382

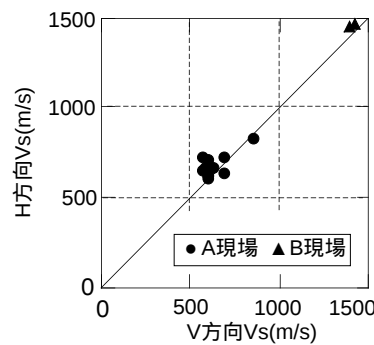


図-5 A,B現場ブロックサンプリング供試体の伝播方向によるVsの違い

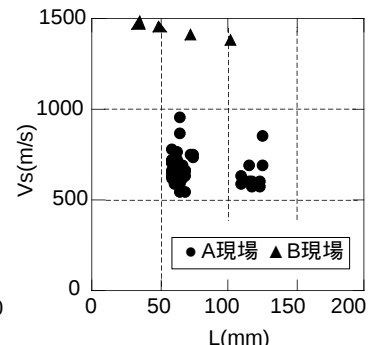


図-6 A,B現場ブロックサンプリング供試体の伝播距離によるVsの違い

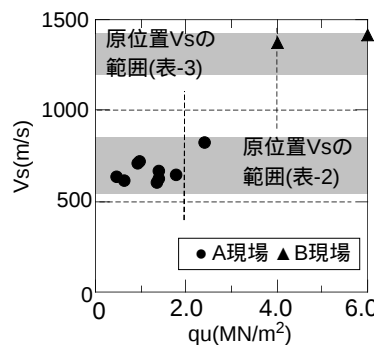


図-7 A,B現場ブロックサンプリング供試体のqu-Vs関係

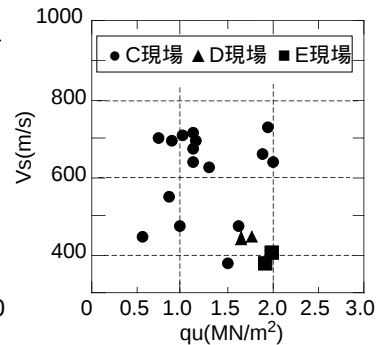


図-8 C~E現場ブロックサンプリング供試体のqu-Vs関係