SH 型貫入試験の波形データと粒度との関係

中部大学工学部　正会員　○杉井　俊夫
中部大学　正会員　余川　弘至　浅野憲雄
㈱ピーエス三菱　鈴木　光　愛知県警　武藤　悠平

1．はじめに

現在、ボーリング調査点間の補完のためにサウンディング試験が有効とされている。特に河川堤防では現在ボーリングは 200m ピッチと、その間の土質構成を把握する必要がある。そこで本研究では、SH 貫入試験 [1]によって得た波形データを高速フーリエ変換を使いスペクトル特性から高度な地盤情報を取得することを目的としている。本報告は、粒径との関係を調べるために、室内土槽に試料を締固め SH 貫入試験を実施しその波形データとの関係を調べ、現地データとも検討を行った。

2．試験の概要

(1)珪砂を使った室内での SH 貫入試験

試験試料として、図 1 の三河珪砂 4 号, 6 号, 8 号を使い、ポリプロピレン製の土槽（図 2)に試料を詰め込み、乾燥状態 2 回、湿潤状態で水分一定と上から浸透させた試料について SH 貫入試験を実施した。乾燥状態は、同一供試体で SH 貫入試験を 2 度行う。湿潤状態の水分一定は砂に対し 5%の水を含ませた砂の供試体を作り試験を行う。その後、上から浸透の湿潤状態での試験はマリオットタンクに水を入れ水分一定の供試体に一日浸水させた供試体に対して試験を行う。

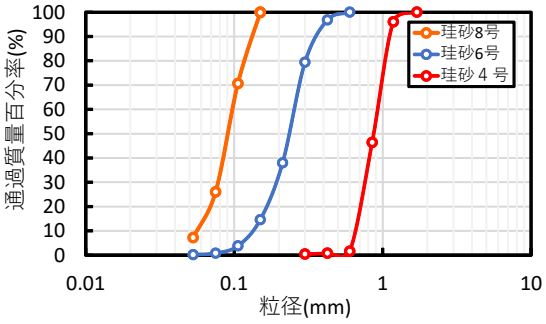

図 1　珪砂の粒度分布

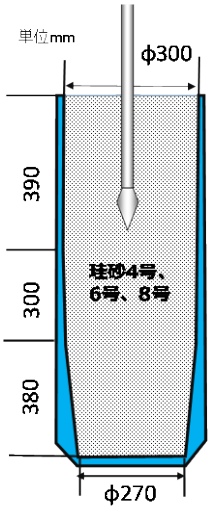

図 2　室内試験土槽

(2)現地での SH 貫入試験と波形分析

本試験は 3kg または 5kg の重錘を 50cm の高さから自由落下させロッド先端を地盤内に貫入させることで 1 打撃あたりの貫入量を求める。その後貫入量から 10cm 貫入するのに必要な打撃回数で表す、Nd/drop 値を求める試験である。これまでに SH 貫入抵抗の波形の深さに対する変動係数の不連続点から層境界が判別できることがわかっており [2]、各層ごとで高速フーリエ変換を行った。

3．室内試験

表 1 に示す 3 種類の珪砂について 9 ケースの試験を実施した。なお、乾燥状態と湿潤状態（水分一定 5%および上部から浸潤後 24 時間放置）で SH 貫入試験を行い，横軸に深度（距離），縦軸に Nd/drop 値をとった貫入波形を用いて高速フーリエ解析を実施した．貫入波形の波数とスペクトルを表したものが図 3 である．その結果，同じ粒径試料においてユニークな関係があることがわかり、水分量が変化しても同じ砂であれば卓越する波数も同じである

表 1　試験ケース

	試験ケース	試料	含水比	D_{10} (mm)	D_{50} (mm)
乾燥試料	Case D4	珪砂 4 号	0%	0.67	0.90
	Case D6	珪砂 6 号	0%	0.14	0.23
	Case D8	珪砂 8 号	0%	0.05	0.09
湿潤試料	Case W4-1	珪砂 4 号	5%	水分 5%で締固め	
	Case W4-2	珪砂 4 号	13%	浸透 24 時間後	
	Case W6-1	珪砂 6 号	5%	水分 5%で締固め	
	Case W6-2	珪砂 6 号	9%	浸透 24 時間後	
	Case W8-1	珪砂 8 号	5%	水分 5%で締固め	
	Case W8-2	珪砂 8 号	8%	浸透 24 時間後	

キーワード　SH 貫入試験，貫入抵抗波形，スペクトル解析，粒径
連絡先　〒487-8501　愛知県春日井市松本町 1200　ＴＥＬ0568-51-9562

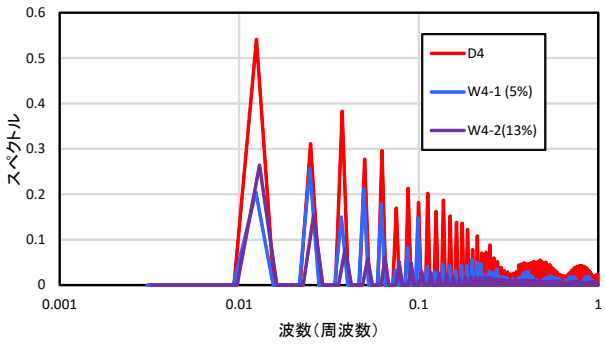

図 3　波形分析結果による珪砂 4 号の水分量の違い

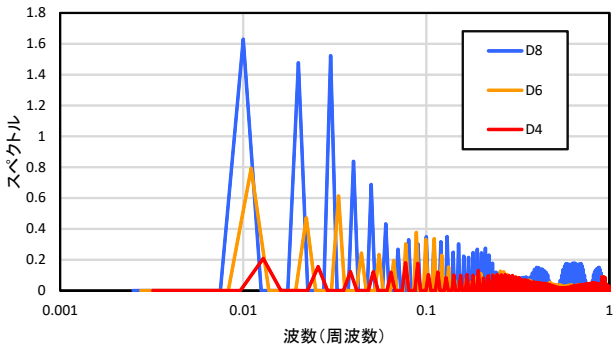

図 4　波形分析結果による粒径の違い

結果を得た。また、**図 4** は乾燥した粒径の比較を表したもので、粒径が大きくなると波数（周波数）が大きく、スペクトル値は小さくなる傾向が現れた。これは粒径が大きくなると、貫入時の抵抗が大きく波数の逆の波長が短く、粒径の凹凸などに敏感に反応し、粒径が小さくなると波数が小さく波長が長く、あまり凹凸の影響を受けない傾向を表していると推察される。そこで、**図 4** のピーク波数と D_{10}、D_{50} の関係をとったのが**図 5** となる。

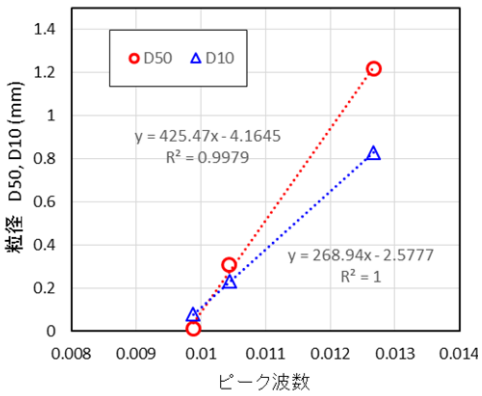

図 5　ピーク波数と粒径(D_{10},D_{50})

4．現地地盤への適用

2．（2）で示した川を埋め立てた現地地盤で SH 型貫入試験を行い、同場所でサンプリングして粒度試験を実施している。そこでの貫入波形の分析結果を**図 6** に示す。やはり、現場でも細粒分が多いと低波数（周波数）が卓越し、細粒分が少ないと高波数（周波数）が卓越する傾向にあることがいえる。

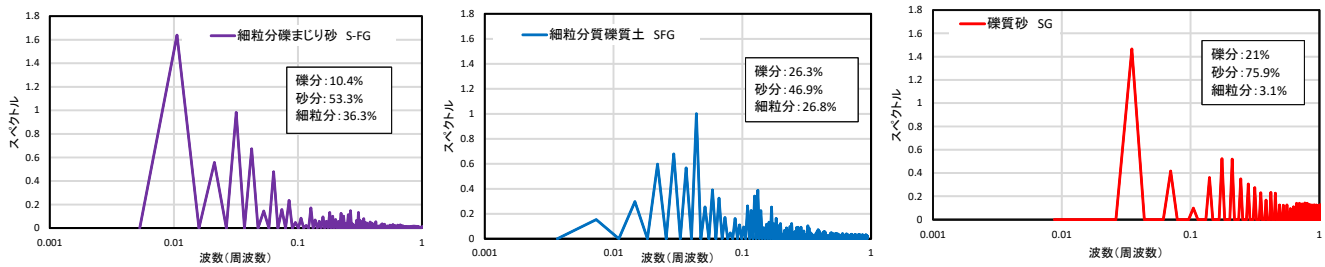

図 6　現地サンプリングした粒度試験結果（分類）と波形分析結果

また、**図 5** で得られた周波数ピークと粒径の回帰式を使って、**図 6** の細粒分礫まじり砂 S-FG について D_{50} を推定してみた。粒度試験 0.275mm に対して推定値は 0.405 mmとなった。D_{10} 粒径については、粒度試験で得られていないため、比較することができなかった。D_{50} については概ね推定できていると思われるが、回帰式を作成するにはデータの粒径範囲が狭く、またデータ数も少ないこと、さらには異なる粒径の混合率についてさらなる検討が必要であると考えられる。

5．おわりに

貫入量 1mm ピッチのデータを読み取ることができる特徴を活かした SH 貫入試験の波形データから粒径の推定に繋がることを得た。その他に、水分量についても**図 3** のように粒径の凹凸の鈍化による高波数域が低下する特徴から推定についても検討していく予定である。最後に、本研究のサンプリング、粒度試験データは地盤工学会中部支部南海トラフ巨大地震被害予測 WG メンバー皆様のご協力いただきました。謝意を表します。

【参考文献】 1）表土層調査技術研究会：SH 型貫入試験技術・調査基準同解説，2016．2）杉井俊夫・余川弘至・浅野憲雄・杉本雄奎・酒井駿：貫入抵抗値の波形解析による地盤調査の試み，第 51 回地盤工学研究発表会，No. 93，pp. 185-186，2016.