

Ⅲ - A60

室内試験における簡便なS波速度測定法

竹中技術研究所 正会員 畑中宗憲 内田明彦
 (株)東京ソイルリサーチ 正会員 ○川端 和行

1. はじめに

粗粒材料の変形特性は、粒径が大きいために大型繰返し三軸試験装置を用いて求める方法が一般的である。その場合、供試体端面でのベディングエラーのために、変位の測定法によって微小ひずみレベルにおけるせん断剛性の値が大きく異なる場合があることが指摘されている¹⁾。また、著者らは原位置と室内での初期せん断剛性の測定から静止土圧係数Koを求める方法を提案している²⁾。そのためには原位置と室内で同じ精度のS波速度測定が行われることが望ましい。そこで、著者らは室内でS波速度を測定する方法について検討してきた。それらの結果は文献3), 4)に示している。

本報告は、室内でVsを測定する方法についてさらに検討し、三軸セル内でS波を発生させる簡便な装置を作成し、その妥当性を検討するために豊浦標準砂を用いたS波速度測定結果を示したものである。

2. S波速度測定の概要

三軸セルを用いてS波速度を発生させる方法として、文献3), 4)では載荷ロードに取り付けてある治具をハンマーで水平に打撃して発生させた。ただし、このハンマーによる打撃は手動のため、常に同じ力で同じ位置を打撃することは難しい。また打撃位置から加速度計に波が伝わるまでに三軸セルの様々な治具の影響を受ける可能性がある。これに対して西尾らは、三軸セルの側壁に取り付けたベロフラム構造の水平ピストンを用いて供試体上部の試料キャップをセルの外部から打撃する方法を提案している⁵⁾。一方、本方法は、図1に示すように試料キャップに取り付けたレシーブ軸を打撃することによって、供試体にS波を発生させる仕組みになっている。この装置の特徴は、①任意の拘束圧のもとで特別な工夫を必要とせず打撃が可能なこと、②供試体の圧密などによる高さ変化に対応するため、ハンマーの位置を上下させることで、常にレシーブ軸の同じ位置を同じ力で打撃できることである。また、西尾らの方法や本方法は打撃点が直接試料キャップのため、載荷ロードを打撃する方法に比べて三軸セルの治具等が観測波に及ぼす影響は小さいと思われる。本手法によるS波の発生方法は以下に示す通りである。セル外部のハンドルを手動で回転させることによって、ワーク軸が回転しハンマーを押し上げる。さらに、ハンドルを回転させると、ワーク軸はハンマーから離れて、ハンマーが試料キャップに固定されたレシーブ軸をキャップの接線方向に打撃する。なお、S波を観測するための加速度計(圧電型、防水加工、重量3g)は、供試体側面でゴムスリーブの上に接着材で貼り付けた治具に固定している。

3. 豊浦砂による本方法の妥当性の検討

本方法の妥当性を検討するため、豊浦標準砂を用いてS波速度の測定を行った。豊浦標準砂は、直径15cm、高さ30cmの供試体を空中落下法で相対密度30%になるように作成した。加速度計は20cmの間隔で2ヶ所取り付けた。まず、乾燥砂で供試体を真空状態で自立させ、レシーブ軸を左右から打撃して波の反転を確認した。図2は観測波形の例である。CH1, 2において少なくとも観測波形の1波目は反転が確認でき、S波を観測できていると思われる。次に、CH1とCH2の観測波からS波速度を求める際の到達時間の読み方として、初動の波の立上りとピークで規定した場合を比較した。表1と図3に測定結果を示す。測定は5段階に設定した拘束圧の小さい方から順次行った。また、1つの拘束圧につき2回の測定を行った。図3は2回の測定の平均値を示したものであり、Hardin and Richart⁶⁾が砂について提案した(1)式により求めた値(豊浦砂のe=0.87)も示した。

$$Vs = (104 - 34.9e) (Pc)^{0.25} \quad (0.6 < e < 1.3) \quad (1) \quad Vs: \text{せん断波速度 (m/s)}, e: \text{間隙比}, Pc: \text{拘束圧 (kPa)}$$

表1と図3より、ピークで規定した場合は同じ拘束圧における2回の測定でほぼ同じVsの値を示し、Hardin and Richart⁶⁾の式に基づく値ともほぼ対応している。一方、立上りで規定した場合は同じ拘束圧における2

キーワード: S波速度、砂、室内試験

〒270-13 千葉県印西市大塚1-5-1 Tel:0476-47-1700 Fax:0476-47-3080

回の測定でややばらつきがあり、ピークで規定した場合に比べてやや不安定である。そこで、本検討では波の到達時間は初動の波のピークで規定した。

次に、真空状態で自立させた供試体に対して、試料キャップをハンマーで打撃する西尾らの方法と本方法によるS波速度測定を行い、両方法を比較した。図4に両方法で測定したS波速度を示す。測定は2種類の拘束圧に対して行ったが、いずれの拘束圧においてもそれぞれの方法で測定したS波速度の値はほぼ同じである。

5. まとめ

三軸セル内でS波を発生させる簡便な装置を作成し、豊浦標準砂を用いて本方法の妥当性を検討した。その結果以下のことがわかった。

- 1) 本方法による打撃法で観測された波の少なくとも1波目は反転が確認できS波であると思われる。
- 2) 本方法により求めたS波速度の値は、Hardin and Richart⁹⁾の式に基づく値とほぼ対応している。
- 3) 西尾らの提案した供試体上部の試料キャップを直接打撃する方法と本方法によるS波速度の値はほぼ同じである。

以上のことから、本手法によるS波速度測定法の妥当性が示された。

【参考文献】 1) 董、中村、龍岡、木幡(1994):「単調および繰返し載荷による粗粒材料の三軸せん断特性」、地盤および土構造物の動的問題における地盤材料の変形特性-試験法、調査法および結果の適用-に関する国内シンポジウム、発表論文集、pp. 211-216. 2) 畑中・内田(1996):「砂質土の原位置静止土圧係数の一簡易推定法」、土木学会第51回年次学術講演会、第3部(A)、pp. 220 -221. 3) 内田・畑中(1995):「粗粒材料の初期せん断剛性測定法の比較」、土木学会第50回年次学術講演会、第3部(A)、pp. 464-465. 4) 畑中・内田・竹原・照井(1996):「粗粒材料の初期せん断剛性測定法の比較(その2)」、土木学会第51回年次学術講演会、第3部(A)、pp. 222-223. 5) 西尾、社本、馬場、後藤、玉置、赤川(1986):「大型三軸セルを用いたS波速度の測定-凍結採取法による洪積砂礫地盤の力学特性の評価方法に関する研究(その2)-」、第21回土質工学研究発表会、pp. 577-578. 6) Hardin, B. O. and Richart, F. E., Jr (1963): "Elastic wave velocities in granular soils," Journal of SMFD, ASCE, Vol. 89, No. SM1, pp. 33-65.

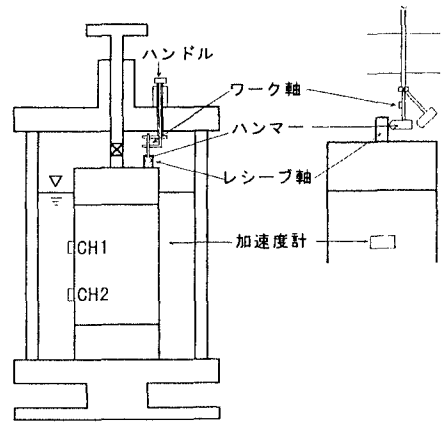


図1 三軸セル内のS波発生方法

表1 観測波から求めたS波速度

拘束圧 (kPa)	立上り (m/s)				ピーク (m/s)			(1) 式 (m/s) (e=0.87)
	1	2	平均		1	2	平均	
19.6	134	125	130		147	147	147	156
49.0	185	166	173		178	178	178	196
98.0	208	208	208		222	222	222	233
196.0	277	249	263		277	263	270	277
294.0	312	312	312		293	293	293	306

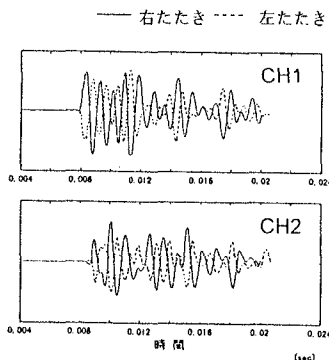


図2 観測波形の例

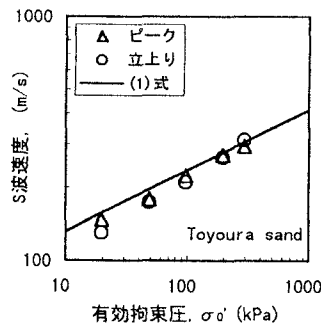


図3 S波速度と有効拘束圧の関係

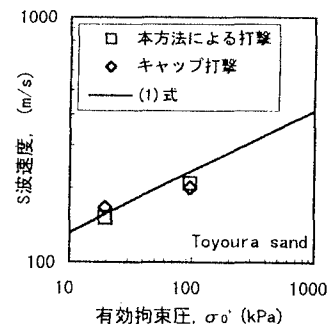


図4 異なる打撃方法によって測定したS波速度