

B-1

セメント安定処理粘土の一軸圧縮強さとせん断波速度の関係

Relationship between Unconfined Compression Strength and Shear Wave Velocity of Cement-Treated Clays

○矢田部瑛平¹, 山田雅一², 道明裕毅², 韓其達¹, 佐々木雛³

*Yohei Yatabe¹, Masaichi Yamada², Yuki Domyo², Kitatsu Kan¹, Hiina Sasaki³

Abstract: In this study, we focused on shear wave velocity that can be measured in-situ ground. For cement-treated clays, we clarify the relationship between unconfined compression strength and shear wave velocity obtained by the elastic wave test method, and proposed an evaluation formula for unconfined compression strength. In addition, an evaluation formula for unconfined compression strength is compared with the test results of core specimens collected by boring from soil cement retaining wall.

1. はじめに

文献1)では、室内で作製したセメント系安定処理粘土を対象として、本試験結果および既往の研究^{2)~7)}に基づき一軸圧縮強さ q_u とせん断波速度 V_s の関係について検討し、一軸圧縮強さ q_u の評価式を提案した。本報告では、原位置のソイルセメント壁からボーリングで採取したコア試料による試験結果と一軸圧縮強さ q_u の評価式の比較、検討を行う。

2. 試験結果

2.1 一軸圧縮強さとせん断波速度の関係

本報告では、文献1)で用いた試験結果を使用した。ベンダーエレメント(BE)試験は、文献8)で提案したせん断速度測定方法を用いて実施した。一軸圧縮試験は、BE 試験後の供試体を用いて JIS A 1216 に準じて実施した。また、一軸圧縮試験と同一材齢で、別途中空ねじりせん断試験を実施した。供試体を所定の圧密応力で圧密させた後、ひずみ制御でせん断ひずみを $\gamma = \pm 10^{-5}$ の微小ひずみレベルで繰返し载荷を行って初期せん断弾性係数 G_{max} を求める。

本試験の結果と既往の研究^{2)~7)}で得られた一軸圧縮強さ q_u

Table 1. Mixing conditions and test conditions of hollow torsional shear test

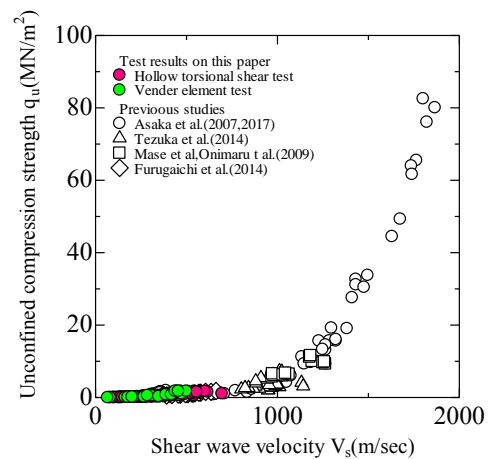
Sample	Stabilizer type	Adjusted water content w (%)	Stabilizer amount C (kg/m ³)	Water-to-stabilizer ratio W/C (%)	Mean effective stress σ'_m (kN/m ²)	Anisotropic consolidation stress ratio K	Age (days)
Kaolin	Cement-based solidifying material	120	50,100,150	60,80	29,41,59,82	0.0,0.7,1.0	28-1562
		90		60			0.4

Table 2. Mixing conditions and test conditions of Bender element test

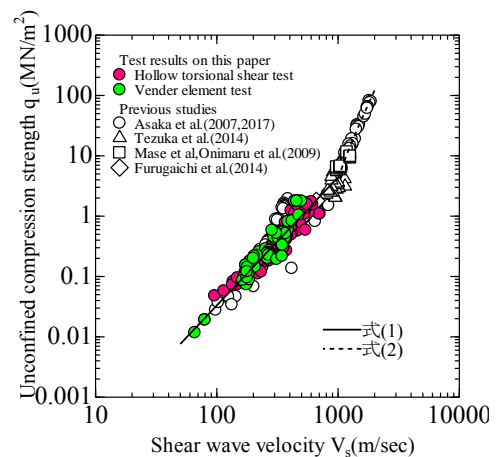
Sample	Stabilizer type	Adjusted water content w (%)	Stabilizer amount C (kg/m ³)	Water-to-stabilizer ratio W/C (%)	Age (days)
Kaolin	Cement-based solidifying material	120	50,100,150	60	28-47
					2089-2268

Table 3. Mixing conditions and test conditions of previous studies

Sample	Stabilizer type	Stabilizer amount C (kg/m ³)	Measuring method of shear wave velocity	References
Kaolin clay	Portland blast-furnace slag cement type B	50~1300	Bender element test	Asaka et al. ^{2),3)} (2007,2017)
Viscous soil of the original ground		591	Impact elastic wave test	Tezuka et al. ⁴⁾ (2014)
Viscous soil including sandy soil in-situ ground		200~400	Ultrasonic wave test	Mase et al. ^{5), Onimaru et al.⁶⁾(2009)}
Construction generated soil		90~130	Ultrasonic wave test	Furugaichi et al. ⁷⁾ (2014)



(a) Linear scale display



(b) Logarithmic scale display

Fig.1 Relationship between unconfined compression strength q_u and shear wave velocity V_s

1 : 日大理工・院(前)・建築 2 : 日大理工・教員・建築 3 : 日大理工・学部・建築

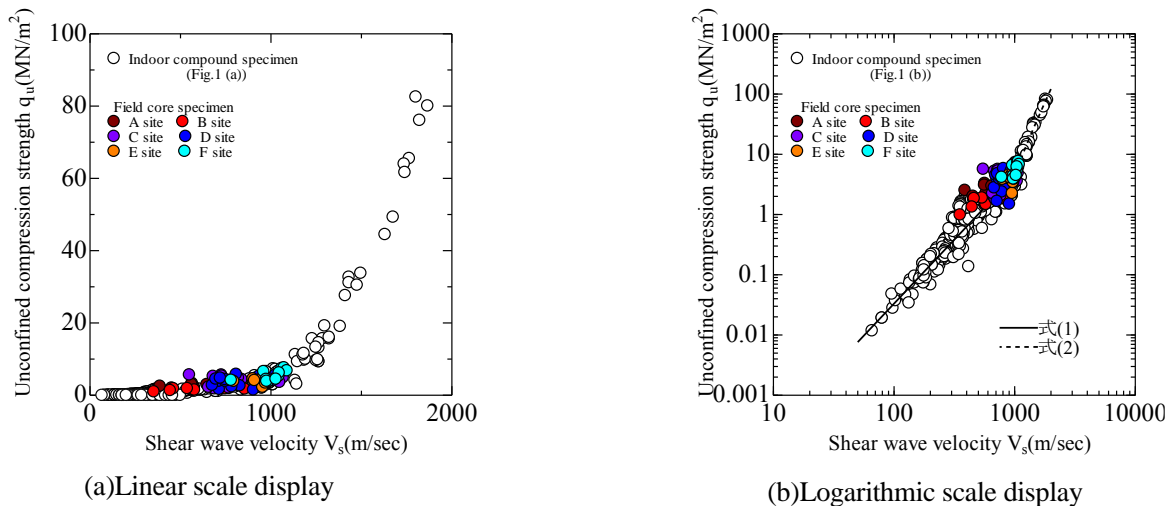


Fig.2 Relationship between unconfined compression strength q_u and shear wave velocity V_s

とせん断波速度 V_s の関係を Fig.1 に示す。中空ねじりせん断試験で得られた試験結果には多少のバラツキが見られるものの、一軸圧縮強さ q_u とせん断波速度 V_s の相関性が高いことが分かる¹⁾。また、同図中に示した本試験の結果と既往の研究の配合条件と試験方法をそれぞれ Table1, 2, 3 に示す。

なお、Fig.1 に関し、一軸圧縮強さ q_u とせん断波速度 V_s の関係は、線形目盛表示ではせん断波速度 V_s が 1000 m/sec 以下にデータが集中して識別することが困難なので、両対数目盛表示を併記した。同図(b)より、せん断波速度 V_s がおよそ 1000 m/sec を境に一軸圧縮強さ q_u との関係の傾向が異なることが確認できる。また同図(b)より、今回実施した試験結果においては、一軸圧縮強さ q_u とせん断波速度 V_s の関係には、試料の種類、固化材の種類や添加量、材齢に依らない一義的な関係が認められる。

2. 2 一軸圧縮強さの評価式

一軸圧縮強さ q_u とせん断波速度 V_s の関係式は、せん断波速度 $V_s=1000$ m/sec を境に2つの領域に区分でき、上記の結果を基に検討した結果、次式に示すセメント安定処理粘土に対する評価式が得られた¹⁾。なお、一軸圧縮強さ q_u とせん断波速度 V_s の関係式を Fig.1(b)中に実線および破線で示した。

$$q_u = 1.87 \times 10^{-6} \cdot V_s^{2.12} \quad (\text{MN/m}^2) \quad (V_s \leq 1000 \text{ m/sec}) \quad (1)$$

$$q_u = 4.48 \times 10^{-13} \cdot V_s^{4.37} - 1.73 \quad (\text{MN/m}^2) \quad (V_s > 1000 \text{ m/sec}) \quad (2)$$

3. 室内配合供試体と現場コアとの比較

Fig.2 には、Fig.1 に示した安定処理粘土に対する室内配合供試体の一軸圧縮強さ q_u とせん断波速度 V_s の関係に、原位置のソイルセメント壁から採取した安定処理粘土のコア試料の一軸圧縮強さ q_u とせん断波速度 V_s の関係の試験結果をプロットした。

Fig.1, 2 より、原位置のソイルセメント壁から採取したコア試料の一軸圧縮強さ q_u とせん断波速度 V_s の関係は、本研究で得られたデータの範囲で室内配合供試体に対する一軸

圧縮強さ q_u の評価式と概ね一致していることが認められる。

Table4. Formulation conditions and of soil cement retaining wall

Site name	Stabilizer type	Cement (kg)	Bentonite(kg)	Water (kg)
A site	Portland blast-furnace slag cement type B	250	15	550
B site		270	10	594
C site		400	15	800
D site		400	15	800
E site		400	15	800
F site		400	15	720

4. まとめ

本報で得られた知見をまとめると以下の通りである。

- ① 一軸圧縮強さ q_u とせん断波速度 V_s の関係には、試料の種類、安定材の種類と添加量、材齢に依らない一義的な関係を示した。
- ② 一軸圧縮強さ q_u とせん断波速度 V_s の関係は、せん断波速度 $V_s=1000$ m/sec を境に2つの領域に区分でき、一軸圧縮強さ q_u は提案した評価式を用いることによってせん断波速度 V_s から評価できる。
- ③ ソイルセメント壁から採取したコア試料は、室内で作製したセメント安定処理粘土の一軸圧縮強さ q_u の評価式とほぼ一致することが分かった。

参考文献

- 1) 矢田部瑛平ほか：セメント安定処理土の三軸圧縮強度とせん断波速度の関係、第14回地盤改良シンポジウム論文集、2020。
- 2) 浅香美治ほか：ベンダーエレメントを用いたせん断波速度測定によるセメント系改良地盤の非破壊検査方法、日本建築学会構造系論文集、第612号、pp.103-110、2007。
- 3) 浅香美治ほか：高強度ソイルセメントの圧縮強度および弾性波速度に関する実験的検討その3：一軸圧縮強さと弾性波速度の関係、第52回地盤工学研究発表会、pp.675、2017。
- 4) 手塚広明ほか：高圧噴射攪拌工法によるセメント改良地盤の変形・強度特性の評価手法、土木学会論文集C、Vol.70、No.2、pp.248-264、2014。
- 5) 間瀬辰也ほか：セメント系固化材による粘性土を対象とした高強度改良地盤の力学試験その1 試験方法および試験結果、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1105-1106、2009。
- 6) 鬼丸貞友ほか：セメント系固化材による粘性土を対象とした高強度改良地盤の力学試験その2 力学特性の比較、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1107-1108、2009。
- 7) 古垣内靖ほか：流動化処理土のヤング率に関する考察、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.591-592、2014。
- 8) 山田雅一ほか：セメント安定処理粘土の初期せん断弾性係数の評価、第12回地盤改良シンポジウム論文集、pp.117-122、2016。