

III-327

水中打設流動性ソイルセメントの動的性状について

大林組技術研究所

○鳥井原 誠

平間 邦興

久保 博

1. はじめに

水中に固化地盤を造成する工法として、土砂、セメント、水、分離低減用の粘結剤を事前に混合した自硬性の流動性ソイルセメントを用いる工法は、均一な地盤を速やかに造成することができわめて有用である。この報告は、こうしてできた地盤の動的性状についてまとめたものである。地盤の動的特性値として最も重要なのはせん断剛性率（ G ）と減衰定数（ h ）であるが、これらの値には顕著なひずみ依存性があるため、今回、室内弾性波試験と動的中空ねじり試験の2種類の試験を実施した。

2. 試料

試験に用いた砂の粒度分布を図-1に示す。この砂に表-2に示す添加率（乾燥土重量に対して）でセメントを加えるとともに、分離低減用の粘結剤を 2 kgf/m^3 、消泡剤を 0.7 kgf/m^3 加えた後、攪拌混合することによって試料を作成した。この時の含水比は概略33~36%、養生日数は 7, 15, 28日、固結後の供試体の密度は約 1.9 gf/cm^3 である。

3. 試験方法

試験はすべて拘束圧 $\sigma_c = 1.3 \text{ kgf/cm}^2$ のCU条件である。室内弾性波試験の供試体形状は直径5cm、高さ10cmであり、 V_p 、 V_s の両者を測定した。動的中空ねじりせん断試験の供試体形状は外径7cm、内径3cm、高さ14cmの円筒形であり、振動数 0.5 Hz、一段階の載荷回数10波の応力制御ステージテストである。

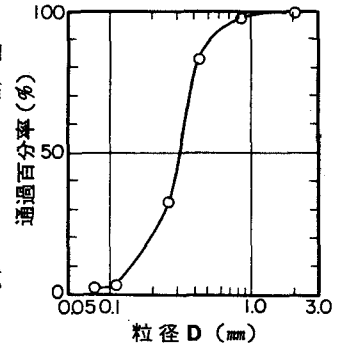


図-1 粒度分布

表-1 試料条件一覧

試料 No.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
セメント添加率 (%)	9.6	7.4	5.7	11.2	10.7	7.4	8.6	6.3
含水比 (%)	33.1	34.6	36.3	33.6	35.8	34.6	34.9	34.3
供試体密度 (g/cm^3)	1.90	1.89	1.88	1.93	1.90	1.88	1.92	1.90

4. 試験結果および考察

動的中空ねじりせん断試験で得られた履歴曲線の一例を図-2に示す。この図より明らかなように、ひずみレベルが大きくなると、履歴曲線の傾きや、その膨み方が次第に大きくなっている。すなわち、流動性ソイルセメントも通常の土と同じように、ひずみが小さい時は弾性的であるが、ひずみが大きくなると徐々に塑性的な挙動を示してくるようである。

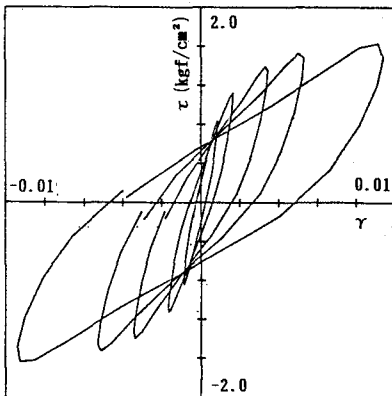


図-2 実測履歴曲線

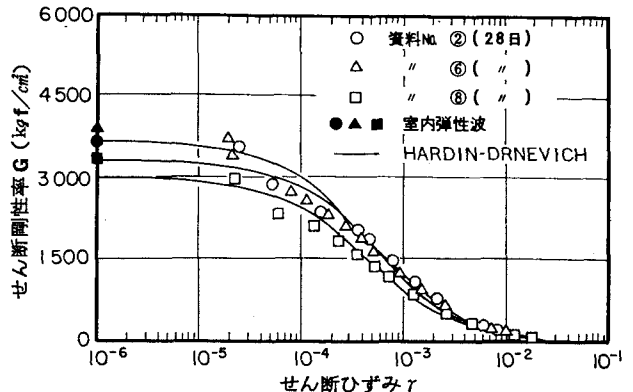


図-3 せん断剛性率（ G ）のひずみ依存性

これらのことを、わかりやすく示したのが図-3、4である。これらは、せん断剛性率 G と減衰定数 h のひずみ依存性を表わしている。図中の曲線は動的中空ねじりせん断試験結果から、Hardin-Drnevich らによって提案された次式に基づいて求めたものである。

$$G = \frac{G_0}{1 + \gamma / \gamma_r} \quad (1)$$

G_0 : 初期せん断剛性率
 γ_r : 規準ひずみ

$$h = h_0 \left(1 - \frac{G}{G_0}\right) \quad (2)$$

h_0 : 最大減衰定数

これらのモデル曲線は全体的に試験結果と良い対応を示しているようである。なお、図-3中には室内弾性波試験結果も併せて示しているが、同図によれば、室内弾性波試験から求めた G_0 と、動的中空ねじりせん断試験から Hardin-Drnevich モデルを用いて求めた G_0 がほぼ同様の値になっていることが明らかである。

この初期せん断剛性率と一軸圧縮強度の間には一般の土の場合、両対数紙上で直線関係があることが従来より指摘されている。そこで、今回の流動性ソイルセメントについて、その関係を調べてみたのが図-5である。この図によれば、流動性ソイルセメントの場合にも一般の土と同様な直線関係が明確に認められる。この関係を利用すれば、流動性ソイルセメントの一軸圧縮強度からその初期せん断剛性率 G_0 を簡易的に推定することができる。今回の試験結果から求まる直線関係は次式のようなものである。

$$G_0 = 1070 \cdot q_u^{0.931} \quad (3)$$

図-6は室内弾性波試験から得られたポアソン比 ν と一軸圧縮強度の関係を示したものである。ややばらつきはあるものの、概略、一軸圧縮強度の増加とともにその値が低下していく傾向にあるようである。

5. 結 論

今回の試験結果から、以下に示す流動性ソイルセメントの簡易的な動的土質定数推定法を提案することができる。

- (1) 式-(3) を用いて q_u から G_0 を求める。
- (2) G_0 がわかれば式-(1) から任意のひずみレベルでの G を求めることができる。ちなみに、 γ_r は今回の試験結果によれば $4.5 \sim 6.0 \times 10^{-4}$ (平均 5.1×10^{-4}) である。
- (3) 式-(2) から任意のひずみレベルでの h を求めることができる。 h_0 は今回の試験結果によれば、 $19.5 \sim 26.0\%$ (平均 21.8%) である。

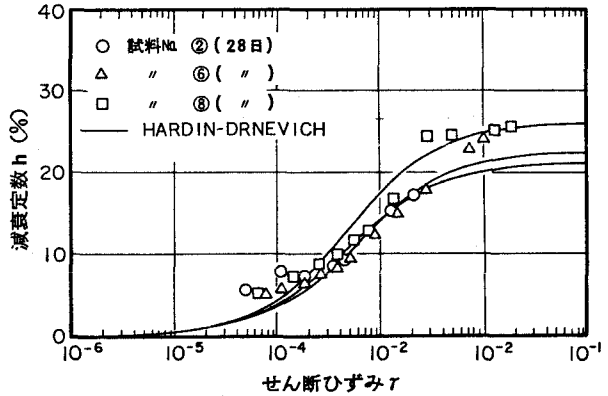


図-4 減衰定数 (h) のひずみ依存性

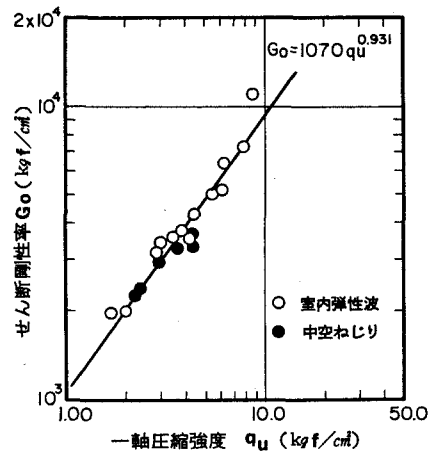


図-5 初期せん断剛性率 (G_0)
～一軸圧縮強度 (q_u)

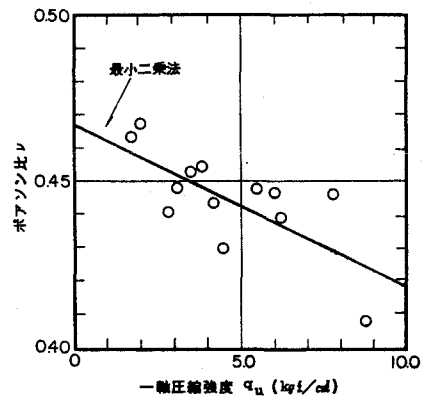


図-6 ポアソン比 (ν)
～一軸圧縮強度 (q_u)