

PSⅢ-31 ソイルミキシングウォールの材料力学特性に関する研究

成幸工業株式会社 正員 ○ 國藤 祚光
大阪市立大学 工学部 正員 眞嶋 光保

1. まえがき

近年、ソイルミキシングウォール（SMW）と称するソイルセメントの地中連続壁が、遮水性土留め壁として都市部を中心に広く普及している。SMWは、原位置土（Soil）とセメント系懸濁液を特殊多軸混練アースオーガー機により機械的に混合・攪拌（Mixing）し造成される地中連続壁で、土留め壁とする場合は、側圧等により生じる応力を負担するための芯材（H形鋼など）をSMW内に設置する必要がある。写真-1は、造成されたSMWの壁面状況である。前述したように、SMWは原位置土を利用しているため、ソイルセメント部の材料力学特性には未解明な点が多いのが現状である。そこで、本研究では、安全かつ合理的なSMWの設計施工法の確立に必須のデータである土質および配合条件によるソイルセメントの一軸圧縮強度、せん断強度、鋼材との付着強度、遮水性について実験的研究を行うこととした。

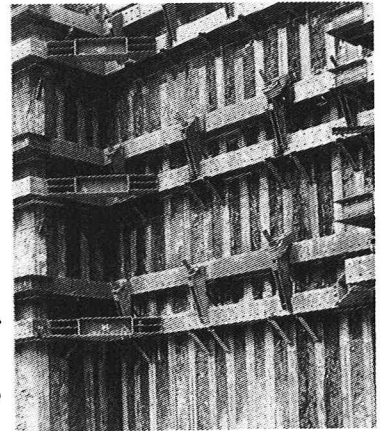


写真-1 SMWの壁面状況

2. 実験概要

試料土には、各施工現場から採取した根切り掘削土および市販の砂と粉末粘土を混合したモデル土質を用いた。なお、試料土の評価は、粒度分布による土全体に対する粗粒分の乾燥重量比率で行うこととし、これを「砂率」と称することとした。セメント系懸濁液には、硬化材として普通ポルトランドセメント、添加材としてベントナイト、混練水として水道水を用いた。実験に用いた供試体の配合は、現場施工における使用頻度を考慮して、表-1に示す内容とした。なお、表中の「注入率」とは、湿潤試料土に対するセメント系懸濁液の体積比率である。SMWを土留め壁とする場合、鉛直方向の応力および変形は芯材（H形鋼など）で負担し、芯材間に生じる水平方向の応力はソイルセメント部分で負担すると考えて設計するのが一般的である。また、地山側からの浸透水を遮断するため、ソイルセメント部は不透水とする必要がある。過去の研究¹⁾よりSMWは、通常最終的にはせん断破壊することが知られている。このため、強度の基準値としての圧縮強度を得るため一軸圧縮試験を行い、三軸圧縮試験により得られる粘着力との関連性について検討した。また、土留め壁とする場合、芯材である鋼材に鉛直荷重が作用することがあるため、丸鋼および平鋼を用いた引抜き試験によりソイルセメントの付着強度を把握し、圧縮強度との関連性について検討した。透水試験は、ソイルセメントの透水性が土に比べて非常に低いため、加圧水により透水させる方法とした。表-2に、各実験の概要を示す。

表-1 実験計画表

要 因	水 準
砂 率 S (%)	0~100
水/砂比 W/C (%)	150~250
ベントナイト比 B/W (%)	2.5~3.5
注 入 率 Q (%)	50~100

表-2 実験概要

測定項目	供試体寸法(mm)	試験方法の規格概要
圧縮強度	φ100×h200	一軸圧縮試験
透水係数	φ100×h 50	加圧式透水試験
せん断強度	φ 50×h100	三軸圧縮試験
付着強度	φ150×h150	引抜き試験

3. 結果および考察

図-1に、砂率と一軸圧縮強度の関係を示す。図より、砂率が大きく水セメント比が小さいほど、圧縮強度は大きくなると言える。これは、粘土分が少ないほど土粒子の比表面積が小さくなり破壊面となり易い界面の量が減少すると同時に、粘土粒子の団粒構造体が相対的に減少すること、および水セメント比が小さくなると単位量中のセメント分が多くなりより密実なソイルセメントとなること等が原因と考えられる。図-1

2に、砂率と透水係数の関係を示す。図より、砂率および水セメント比が小さいほど、材令が経つほど、透水係数は小さくなると言える。これは、粘土分およびセメント分が増加すると粗い空隙が分散し細かい空隙となること、単位セメント量が増加し単位水量が減少することにより空隙量が少なくなること、および材令の経過に伴うセメント水和生成物の伸長により空隙は細くなりその量も減少すること等²⁾が原因と考えられる。図-3に、圧縮強度と粘着力の関係を示す。図より、粘着力は圧縮強度と線形関係にあり、圧縮強度が30kgf/cm²以下で、ほぼ $C=1/3q_u$ とみなせる³⁾。SMWの設計に際しては、ソイルセメントのせん断強度は土の場合と同様に考え、クーロン式($\tau=c+\sigma \tan \phi$)により算出している。その場合、粘着力のみを考慮し

安全側に内部摩擦角を無視して、せん断強度は圧縮強度の1/3と考えている。図-4に、圧縮強度と付着強度の関係を示す。図より、付着強度は丸鋼、平鋼とも圧縮強度にほぼ比例し、各々の付着強度は圧縮強度の1/10程度となっている。

4. まとめ

これまでの実験より得られた結果を、以下に示す。

- (1) ソイルセメントの圧縮強度は、試料土の砂率が大きいほど、セメント系懸濁液の水セメント比が小さいほど大きくなる。
- (2) ソイルセメントの透水係数は、試料土の砂率およびセメント系懸濁液の水セメント比が小さいほど、材令が経つほど小さくなる。
- (3) ソイルセメントのせん断強度は、圧縮強度が30kgf/cm²の場合 $q_u/3$ とみなしてよい。
- (4) ソイルセメントの付着強度は、圧縮強度に比例する。

【参考文献】

- 1) 吉成元伸・國藤祚光：ソイルセメント土留め壁体の耐力に関する基礎的研究，材料，Vol.37，No.423，pp.1456～1462，Dec. 1988
- 2) 國藤祚光・本多淳裕・眞嶋光保：ソイルセメントの遮水性向上に関する基礎的研究，土木学会第43回年次学術講演会概要集第3，pp.908～909，1988
- 3) 吉成元伸・藤井 衛・國藤祚光：ソイルミキシング地中連続壁（SMW）におけるソイルセメントの力学特性について，第21回土質工学研究発表会，pp.1977～1978，1986

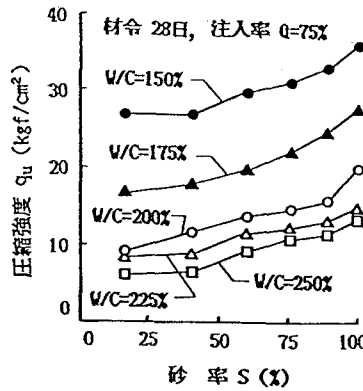


図-1 砂率と圧縮強度の関係

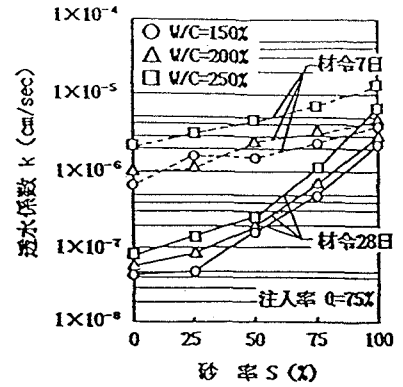


図-2 砂率と透水係数の関係

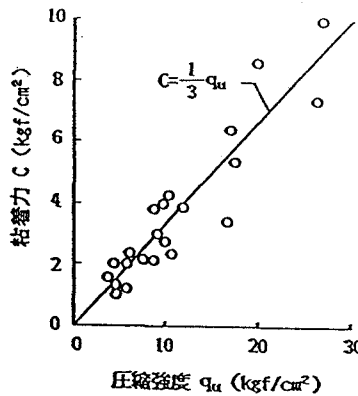


図-3 圧縮強度と粘着力の関係

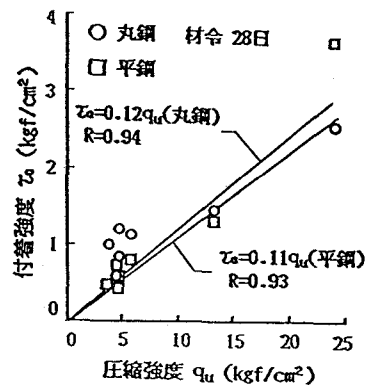


図-4 圧縮強度と付着強度の関係