

シールド用裏込め注入材の簡易強度測定器による初期強度推定方法の提案

株式会社タック 正会員 ○森 杉菜, 吉田 智哉,
吉田 修康, 瀧川 信二
(一財)GRI 財団 正会員 塩谷 智弘

1. はじめに

シールド工事の裏込め注入工は、テールボイドを早期に完全に充填し地山の緩みと沈下を防ぐとともに、セグメントリングを地山に固定することで蛇行防止や推進反力を得るための重要な工種である。なかでも裏込め注入材の品質管理において、材齢1時間後の一軸圧縮強さの確認が重要となる。しかし、一般的な一軸圧縮試験機を用いる品質管理方法は煩雑で時間を要し、現場での品質管理には困難をともなう。これらの課題を解決するために、適切なタイミングで測定できる簡易強度測定器(以下、ソリッドスケール、SSとも表記)を開発し、一軸圧縮強さの推定方法について提案する。

2. ソリッドスケール

(1)機器説明

開発したソリッドスケール外観を写真 2-1 に、試験手順を写真 2-2 に示す。

a) 手順①

容器に裏込め注入材を水平に敷き均し、所定の時間経過後にソリッドスケールの先端を垂直に設置し、一定の速度で貫入させる。

b) 手順②

支持針が指す目盛りを読む(貫入抵抗値)。ソリッドスケール本体先端はφ16mmであるが、アタッチメント(例えば、φ50mmやφ5mm)を装着することで断面積が変わり、幅広い一軸圧縮強さに対応できる。

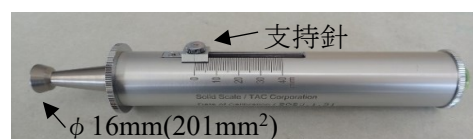


写真 2-1 ソリッドスケール



写真 2-2 測定状況

(2)一軸圧縮強さの推定

先端抵抗と周面抵抗の総和である貫入抵抗値と一軸圧縮強さには強い相関関係があり、粉体水比P(硬化材C+助材Fと水Wの質量比)を考慮することで貫入抵抗値から一軸圧縮強さが推定できる。

$$qu=(3.94P+1.37) \times S$$

ここに、 qu : 一軸圧縮強さ(kN/m²)、 $(3.94P+1.37)$: SS 強度係数、 P : 粉体水比 $(C+F)/W$ 、 S : 貫入抵抗値(mm)

3. 開発試験

前述の関係式は、単位水量の異なる比較的貧配合の非エア一系およびエア一系裏込め注入材の5配合に、推進工事用の滑材兼用裏込め材1配合を加え、貫入抵抗値と一軸圧縮試験による一軸圧縮強さの相関から求めた。

(1)試験配合

試験ケースと各ケースの粉体水比Pを表 3-1 に示す。

表 3-1 各種裏込め材の試験ケースと粉体水比P

試験 ケース	注入材 種類	A液						B液	粉体水比 $P=(C+F)/W$
		硬化材 C	助材 F	起泡剤	安定剤	水 W	空気量	塑強調整剤	
ケース①	非エア一系	230 kg	30 kg	—	2.3 kg	864 L	—	50 L	0.301
ケース②	エア一系15%	230 kg	30 kg	0.3 kg	2.3 kg	720 L	143 L	50 L	0.361
ケース③	エア一系24%	230 kg	30 kg	0.5 kg	2.3 kg	635 L	228 L	50 L	0.409
ケース④	エア一系30%	230 kg	30 kg	0.6 kg	2.3 kg	578 L	285 L	50 L	0.450
ケース⑤	エア一系35%	230 kg	30 kg	0.7 kg	2.3 kg	530 L	333 L	50 L	0.491
ケース⑥	滑材兼用材	71 kg	190 kg	—	4.8 kg	852 L	—	48 L	0.306

キーワード: シールド, 裏込め注入材, 試験方法, 貫入抵抗, 省力化, ソリッドスケール

連絡先 〒709-0223 岡山県備前市吉永町南方 1073 (株)タック 管理本部 TEL0869-84-2069

(2) 一軸圧縮強さ測定結果

2液混合後の一軸圧縮強さを一軸圧縮試験機で測定した。3 時間後までの経時変化を図 3-1 に示す。ケース①～⑤はいずれも 30 分程度で測定可能な強度が発現し、非エア系は 3 時間後、エア系は 1.5～2 時間後に $q_u=100\text{kN/m}^2$ 以上の強度が発現した。一方、ケース⑥の滑材兼用裏込め材は強度発現が著しく小さいことがわかる。

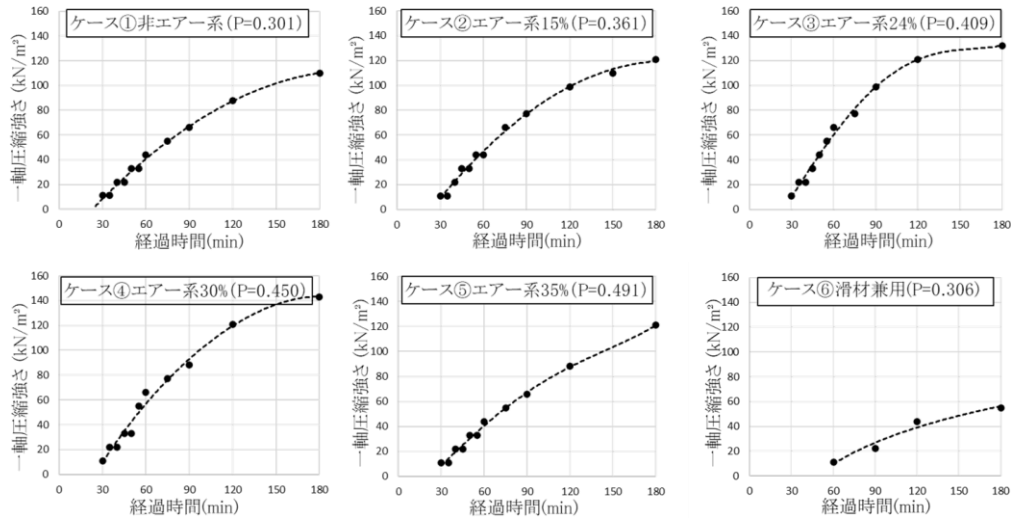


図 3-1 一軸圧縮強さの経時変化

(3) 貫入抵抗値測定結果

一軸圧縮試験と同時に測定した貫入抵抗値と一軸圧縮強さの相関を図 3-2 に示す。ケース①～⑤は 3 時間後まで、ケース⑥は 7 日後まで測定した。粉体水比 P が大きいほど、傾き(SS 強度定数) が大きいことがわかる。

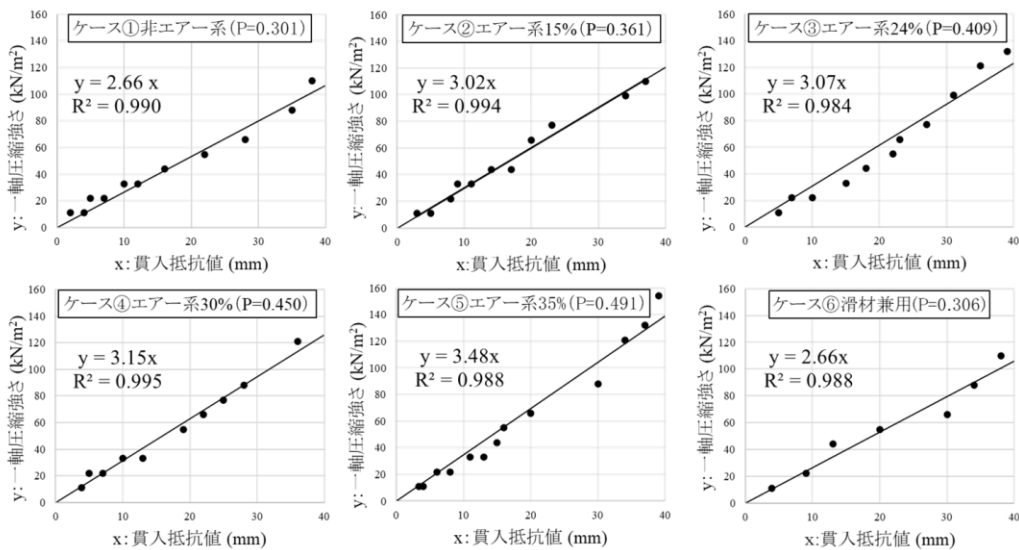


図 3-2 貫入抵抗値と一軸圧縮強さの相関

(4) 粉体水比 P と SS 強度係数の関係

各配合ケースの粉体水比 P と SS 強度係数の関係(黒実線)を図 3-3 に示す。SS 強度係数は、安全側に切片を下げて補正した(赤破線)。

4. まとめ

シールド用裏込め注入材の初期強度を簡易に測定するソリッドスケールは品質管理の省力化に寄与すると考える。今後は、 $q_u=100\text{kN/m}^2$ 程度(ブルドーザなどのトラフィカビリティが確保できる強度)迄の流動化処理土や改良土等の品質管理への適用性を検討する予定である。

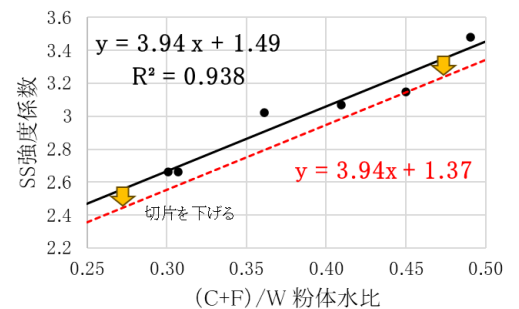


図 3-3 粉体水比と SS 強度係数の関係