

袋状織布パッカーを設置した軟弱地盤への超微粒子セメントグラウト加圧注入実験

九州工業大学大学院 学生会員 ○東 竜太郎
 九州工業大学大学院 国際会員 永瀬 英生 廣岡 明彦
 九州工業大学大学院 正会員 小田 真也
 九州工業大学 学生 清水 翔太 藤野 克哉

1. はじめに

グラウンドアンカーは地盤に鋼材などの引張材を挿入してセメントで地盤と一体化させ、地盤の滑動に積極的に抵抗させるシステムである。図1にグラウンドアンカーの配置図を示す。引張力の伝達は地盤の周面摩擦力に大きく依存しており、本来施工には大きな周面摩擦力を持つ地盤が必要となる。一方でそのような地盤に適用することができず、浅い砂層などの周面摩擦力が小さい地盤にアンカーを設置しなければならない場合、地盤と接する部分にセメントが流出して十分な強度のアンカー体が造成できず引張材が地盤に定着できないおそれがある。

これを防止する方法として保護パッカーを用いたアンカー体部のセメントグラウトの流出保護がある。本研究ではこの方法を発展させ、袋状織布で作成したパッカーと超微粒子セメントを配合したセメントグラウトを用いて直径の大きいアンカー体の確実な造成、地盤との定着をねらう。

図2に示すように本研究で用意した袋状織布は細かい隙間が空くように帝人コーネックスを折り合わせたものである。これと浸透性の高い超微粒子セメントを混合したセメントグラウトを併用することでセメントグラウトをパッカー内に保持しつつ、加圧注入によって袋外部にセメントを漏出させることを目的としている。

本実験では中程度に締め固まった地盤を想定し、模型地盤を作製してセメントミルクを注入し、地盤内でのセメントミルクの挙動を調べた。またセメントとして粒径が小さく高い浸透性が期待される超微粒子セメントを採用し、袋状織布からの流出、地盤への浸透を検証した。模型地盤には周面摩擦力が小さく粒子の特性からセメントの浸透が困難である二次しらすを用いて実験を行った。

2. 実験概要

本研究ではしらす地盤を軟弱地盤のモデルとして袋状織布パッカーを用いたセメントグラウト加圧注入実験、アンカー体引抜試験を実施してアンカー体の拡張、引抜強度の増加を検証した。

図3に模型地盤の模式図を示す。この地盤の黄色で示す空間に対して表1に示す条件の土を詰めて袋状織布パッカーを設置して灰色で示す空間にセメントグラウトを注入して試験を行った。表2、3にそれぞれ1バッチ分のセメントグラウト配合と袋状織布パッカーの実験条件を示す。セメントグラウトは超微粒子セメントと普通セメントを2:1で混合し、混和剤をセメントに対して1.5%加えたものを用いた。

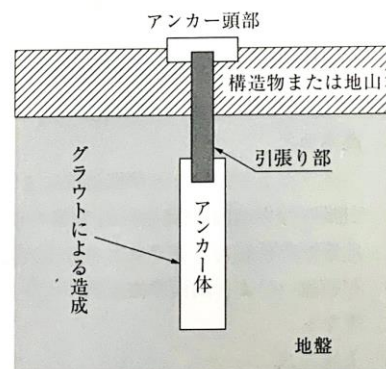


図1 グラウンドアンカーの構成¹⁾



図2 袋状織布パッカー表面

表1 しらす模型地盤条件

地盤材料	含水比(%)	単位体積重量 (g/cm ³)	相対密度(%)
しらす	25	1.03	40

表2 セメントグラウト条件

W/C (%)	W(kg)	C(kg)		混和剤(g)
		超微粒子セメント	普通セメント	
60	18	20	10	600

表3 袋状織布パッカー条件

実験番号	型番号	繊維	密度(本/inch)	
			縦糸	横糸
A	Co1500	帝人コーネックス	32	32
B	Co1600	帝人コーネックス	22	20
C	Co28	帝人コーネックス	28	28
D	Co30	帝人コーネックス	30	30

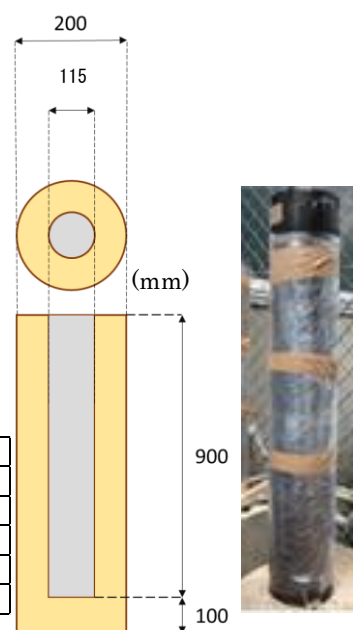


図3 しらす模型地盤

模型地盤を作成した後にセメントを注入空間へ加圧注入した。セメント注入は注入時に計測される圧力（以下、注入圧力）が増加せずそれ以上浸透できない状態まで行った。模型地盤に対してセメントを注入して養生した後、凝結したセメント固結体（以下、アンカー体）の直径を計測した。注入空間の直径は 11.5cm であり、この大きさからどれだけ大きくなったかを評価の基準とした。

加えて模型地盤への注入の際にセメント注入空間に PC より線を設置して、アンカー体を造成した後に引抜試験を実施して地盤から引き抜ける際の極限引抜力を計測した。

3. 実験結果と考察

図 3 は模型地盤から取り出したアンカー体である。図 4 は取り出したアンカー体を切断し、断面を撮影したものである。赤い線は断面から観察できる膨張した袋状織布パッカーをなぞったものである。

表 4 に加圧注入後に計測したアンカー体の直径を示す。表 4 の計測結果から、袋の密度が細かくセメントが外部に漏出しにくい袋状織布パッカーほど大きなアンカー体が造成できたことがわかる。これは袋の密度が細かいほど注入時に加圧力が必要となり、そのためセメントが大きく加圧され細かな布の隙間からもセメントグラウトが漏出できたためと考えられる。

図 4 のアンカー体の断面を観察すると、B の袋状織布を用いたケースでは袋が膨張しきっていない様子が見られた。このことから袋状織布の布目が粗い場合は袋状織布の中にセメントグラウトが十分充填される前に漏れ出してしまうため、加圧を行ってもアンカー体直径の大きな拡張は期待できないと考えられる。

表 5 に引き抜き試験の結果を示す。布目が細かくアンカー体直径がより大きくなった A の袋状織布を用いたケースでより大きな極限引き抜き力を発揮した。この結果より、袋状織布パッカーを用いたアンカー体直径の拡張によって地盤とアンカー体間の極限引抜力の向上が期待できる。

4. 結論

袋状織布パッカーを用いたしらす模型地盤への加圧注入実験で以下の知見が得られた。

- 1) アンカー体の直径に関して、繊維を高密度で編みこまれた袋状織布パッカーほどセメントグラウト注入時の注入圧力は大きくなり、アンカー体の直径は大きくなる。一方で繊維の密度が小さい袋状織布パッカーはパッカー内にセメントグラウトが充填される前に袋の外に漏れだすため、アンカー体の確実な造成が難しい。
- 2) アンカー体の極限引き抜き力に関しても同様に、袋状織布の密度が大きいパターンで作ったアンカー体が高い極限引抜力を発揮する。

これらを総合してセメントグラウトを保持しつつアンカー体を改良できる袋状織布パッカーは、布目が細かくセメントグラウトの注入時に高い圧力をかけることができるものがより望ましいと考えられる。

今後は引き続きしらす地盤に対して実験を行い詳細なデータを得ていく予定である。またしらす地盤での実験で得た結果をもとに、空隙が大きい砂礫地盤に対して同様の実験を行う予定である。

参考文献

- 1) 一般社団法人日本アンカー協会:グラウンドアンカー設計施工マニュアル,
- 2) 吉田他:超微粒子セメントの細粒分質砂への浸透性向上に関する考察, 太平洋セメント研究報告書第 169 号, pp.62-69, 2015.

表 4 アンカー体直径の平均値

実験番号	注入圧力 (MPa)	アンカー体平均直径 (cm)
A	0.08	12.78
B	0.04	11.79
C	0.06	12.33
D	0.04	12.03

表 5 アンカー体の限界引抜力

実験番号	アンカー体直径 (cm)	注入圧力 (MPa)	極限引抜力 (KN)
A	12.10	0.08	25
B	11.96	0.04	20



図 3 模型地盤から取り出したアンカー体
(実験番号: A(上) B (下))



図 4 アンカー体切断面
(実験番号 A(左), B(右))