

グラウンドアンカー工法における注入材の浸透特性

九州大学大学院 学 ○早田賢治 九州大学大学院 フェロー 落合英俊
 ライト工業株式会社 正 和田 弘 九州大学大学院 正 大嶺 聖

1.はじめに

ボーリング孔を利用して地盤中にアンカーを設置するグラウンドアンカー工法は、構造物からの引張り力を地盤に伝達するための工法である。図-1はグラウンドアンカーを模式化したもので、アンカーを構造物に緊結する「アンカー頭部」、アンカー頭部からの引張り力をアンカー体に伝える「引張り部」、引張り部の引張り力を地盤に伝達させる機能を持つ「アンカー体」から構成される。

これまでアンカー体は、長期的に安定する堅固な地盤中に設置されてきた。しかし最近では、アンカー体の定着地盤として不適とされてきた強風化岩、緩い砂質土や粘性土などの地盤にも、立地条件の制約や経済性の面などから、アンカー体をセメントミルクにより定着させることが検討されるようになってきている。このような背景により開発された特殊な工法として、二重管ダブルパッカー注入方式がある¹⁾。本研究は、この工法により緩い砂質地盤に注入材を加圧注入する場合を想定し、室内実験を行うことで注入特性に関する若干の考察を示す。

2.本工法による効果

本工法で用いられるセメントミルクは高強度を期待できるが、注入材としては過大な粒径、粘性をもつ。そのため、緩い砂質地盤の粒子骨格を乱さずに空隙に浸透させることは難しいということが既に報告されている²⁾。従って、当注入材が発揮できる効果として以下の2つが考えられる。

① アンカー体の有効周囲の拡大 ② 周辺地盤の密実化

前者は地盤内で注入範囲が拡大される効果である。後者は注入材を加圧注入することで緩い周辺の地盤が圧縮され、密実化されることにより摩擦抵抗を向上させる効果である。この両効果により固結後にグラウンドアンカーの引き抜き抵抗が向上される。このような注入形態は圧縮注入³⁾と呼ばれ、本研究はこの注入特性を調べるものである。

3.実験概要

本研究の第1段階として、注入材が圧縮注入される現象を理想化したモデル実験により再現した。具体的には、注入材に見立てた水を加圧して注入管先端に取り付けたゴム風船を膨張させることにより、圧縮注入の注入特性を調べるものである。実験に用いた三軸注入試験機の概要図を図-2に示す。供試体は岡垣砂を空中落下法により径 300mm×高さ 500mm、初期の相対密度 40%に調整し、拘束圧 σ_n としてそれぞれ 0.05, 0.10, 0.15MPa(0.5, 1.0, 1.5kgf/cm²)の等方圧を加えた。岡垣砂の物性

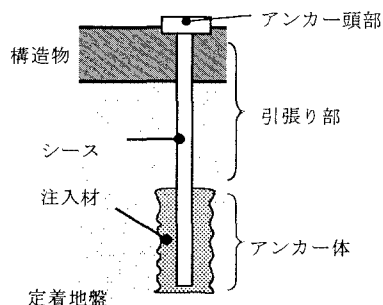


図-1 グラウンドアンカー模式図

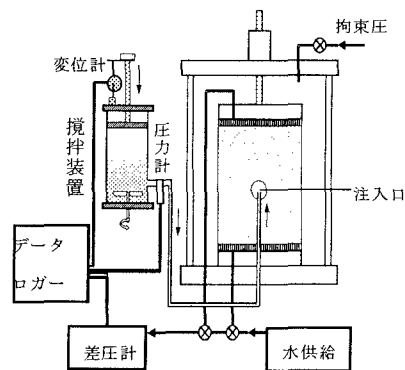


図-2 三軸注入試験機の概要図

表-1 岡垣砂の物理的特性

土粒子密度 (t/m ³)	2.63
最大密度 (t/m ³)	1.64
最小密度 (t/m ³)	1.34
50%粒径 (mm)	0.25
10%粒径 (mm)	0.16
均等係数	1.69

を表-1に示す。注入は一定速度($q=25, 50, 100\text{cc/min}$)で行い、注入速度制御による注入圧と注入量の変化をデータロガーにより記録した。

4.実験結果

(1) 注入圧 P と累積注入量 Q の関係 注入速度 $q=25, 50, 100\text{cc/min}$ で注入材を注入したときの注入圧 P と累積注入量 Q との関係を図-3に示す。拘束圧 σ_n が0.05, 0.10, 0.15MPaのいずれのケースも、注入初期では緩みの影響により原点を通る直線とはならないが、その後は線形的な関係を示している。累積注入量 Q をさらに増加させ注入圧がピーク値(最大注入圧 $P_{\max}$ と称する)に達した後は、注入圧 P が若干減少傾向を示している。

この結果より、原点から曲線の勾配が減少し始める限界点までは、供試体の全域が弾性で見なされる領域にあり、累積注入量 Q がこの限界点を越えると、次第に塑性領域が球状に拡大していくと考えられる。またこの限界点は、拘束圧 σ_n の増加に伴い大きくなる。

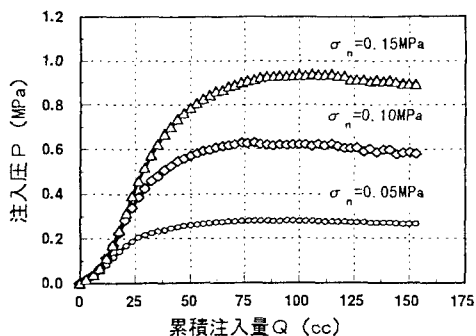
(2) 最大注入圧 $P_{\max}$ と拘束圧 σ_n の関係 前述した最大注入圧 $P_{\max}$ と拘束圧 σ_n との関係を図-4に示す。注入速度 $q=25, 50, 100\text{cc/min}$ のいずれのケースも、拘束圧 σ_n が大きくなるにつれて最大注入圧 $P_{\max}$ が線形的に増加する。またいずれの拘束圧 σ_n においても最大注入圧 $P_{\max}$ は注入速度に影響されず、ほぼ同一直線上に並ぶことが確認される。現場で用いられている注入速度は一つの注入口あたり 1000cc/min 程度なので、今後は注入速度がより速いケースにおいても同様の結果が得られるのか検討していく必要がある。

5.まとめ

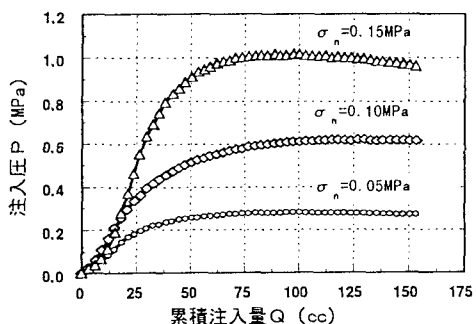
本研究では、二重管ダブルパッカー注入方式においてセメントミルクが圧縮注入される現象を再現するためにゴム風船を用いることで、最大注入圧 $P_{\max}$ と拘束圧 σ_n が比例関係にある実験結果が得られた。今後は、注入材として実際にセメントミルクを用いることで、以上の結果が圧縮注入の注入特性と言えるのか検討する予定である。

<参考文献>

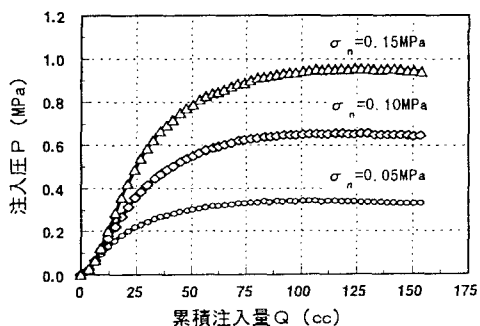
1) 和田弘, 末吉達郎, 落合英俊, 安福規之: 地盤工学会グラウンドアンカー設計施工に関するシンポジウム発表論文集 No.111/IV-3, 1998. 6. 2) 島田俊介ら: 最先端技術の薬液注入工法, 理工図書, pp.106~107, 1989. 3) 地盤工学会: 薬液注入工法の調査・設計から施工まで, 1985.



(a) 注入速度 $q = 25\text{cc/min}$



(b) 注入速度 $q = 50\text{cc/min}$



(c) 注入速度 $q = 100\text{cc/min}$

図-3 累積注入量と注入圧の関係

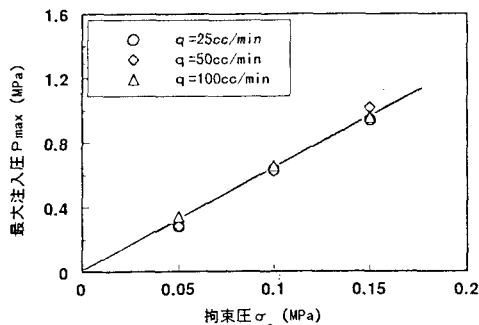


図-4 拘束圧と最大注入圧の関係