

III-362

アンカー工法のグラウト加圧による地盤の割裂現象

(その1 室内実験による粘性土の割裂圧)

西松建設(株) 正会員 栗原和夫
 // 正会員 斉藤顕次
 早稲田大学 正会員 森 麟
 建築研究所 正会員 ○田村昌仁

1. まえがき

アンカーの支持機構は、支圧タイプのもを除けば、引張り材とグラウトからなるアンカー体と地盤との摩擦抵抗に大きく依存しており、セメントミルクなどのグラウト材による注入加圧が摩擦抵抗に影響を及ぼす。グラウトの加圧により、削孔によって生じた孔壁の弛みを回復して地盤を締め付け、アンカー体の周面と地盤との摩擦抵抗を高めることができる。しかし、グラウト加圧の際の注入圧が過大であると地盤が割裂してグラウト材が地盤中に脈状に貫入する恐れがある。定着地盤としては通常はN値が大きく硬い地盤が選ばれるが、定着部の強度がグラウト圧に対して十分でない場合や一時的に高い注入圧が作用する場合もある。注入による地盤の割裂はマイナスになる場合もあり、加圧状況と加圧力の関係を知ることが有用と思われる。グラウト加圧による地盤の割裂現象を明らかにすることは施工管理上重要と考えられるが、これまでこの現象に注目した研究は少ない。

本研究では、粘性土を対象として、グラウト加圧による地盤の割裂現象を室内実験で調査研究したものであり、割裂圧と拘束圧、一軸圧縮強さの関係を明らかにしている。

表-1 粘性土試料の種類

| 試料 | 配 合 (グラム) | ρ (g/cm^3) | q_v (kg/cm^2) | σ_1 (kg/cm^2) | E_{ca} (kg/cm^2) |
|-----|------------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| C 1 | 木節粘土3800 石膏1600 ベントナイト500 水3000 | 1.68~ 1.70 | 0.90~ 1.10 | 0.20~ 0.25 | 110~ 130 |
| C 2 | 木節粘土3000 石膏2500 ベントナイト500 水3000 | 1.65~ 1.70 | 4.5~ 5.6 | 0.95~ 1.20 | 380~ 530 |
| C 3 | 木節粘土2500 石膏3000 ベントナイト500 水3000 | 1.65~ 1.75 | 9.3~ 10.9 | 2.0~ 2.3 | 1050~ 1300 |

σ_1 : プラジリアン試験(圧裂試験)による引張強度

2. 実験方法及び試料

粘性土試料としては、一軸圧縮強さを石膏で調整した練り返し擬似地盤粘土を使用した。表-1には、粘性土試料の種類を示す。試料の一軸圧縮強さ q_v は、約 $1kg/cm^2$ 、 $5kg/cm^2$ 、 $10kg/cm^2$ の3種類とした。まず、木節粘土、市販ベントナイト、石膏及び水を所定の配合でミキサーを用いて十分練り混ぜ、直径180mm、高さ200mm程度の鋼製2つ割りモールドに気泡が入らないように詰める。約1日養生後モールドから脱型し、図-1に示す三軸装置にセットして割裂試験を行なう。モールドの底板の中央には、直径10mmのパイプを立ち上げており、モールドから供試体を脱型する際にこのパイプを試料から引き抜いてポアホールを作製する。供試体を三軸装置の底板にセット際、ポアホールの下端の隙間を硬質ゴムでシールしグラウトが漏れるのを防ぐ。ポアホール内をグラウトで満たし、ポアホールの上部に硬質ゴムを詰めてシールした後、供試体をゴムスリーブで覆って拘束圧を与える。グラウト加圧は、ポアホールと接続している注入装置内のグラウトを加圧し注入圧を徐々に増加させて行なう。注入圧は、注入装置と三軸装置内の注入管の間に設置している圧力計の読み(=注入圧)を見ながら $0.1kg/cm^2$ を10秒単位でステップ状に上げる。割裂圧は、注入量を増しても注入圧が増加しない段階の注入圧とした。実験方法及び装置の詳細は、文献1)を参照されたい。使用したグラウトは、Pポートによるフロー値 $F=$ 約12秒のグラウトAと $F=60$ 秒のグラウトBの2種類としたが、一部グラウトの代わりに水(フロー値 $F=$ 約8秒)を用いた実験も実施している。

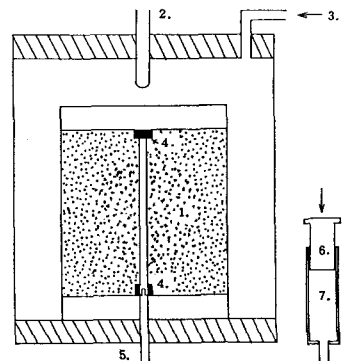


図-1 割裂試験装置の概要

表-2 グラウトの種類

| 種類 | 配 合 | フロー値 |
|----|--|------|
| A | 10%ベントナイト泥水 2500cc セメント 250g 遅延剤 200cc | 12秒 |
| B | 10%ベントナイト泥水 2500cc セメント 1100g 遅延剤 200cc | 60秒 |

表-2には、グラウトの配合を示す。なお、アンカー工事における実用のグラウトのフロー値は、通常12秒前後である。また、割裂後のグラウトの注入状況については、グラウトをローダミンで赤く着色して調査した。

3. 粘性土の割裂圧

図-2には、試料C1の割裂圧と拘束圧の関係を示す。注入材は、水、グラウトA、グラウトBである。この図より、割裂圧はフロー値の大きいものほど大きくなっていることがわかる。図-3、図-4には、試料C2, C3の結果を示しており、図-2と同様な傾向が認められる。図中の実線は、割裂圧が拘束圧の一倍に比例すると見なした直線であるが、実験値はほぼこの直線上にあり、試料や注入材の種類を問わず、割裂圧は拘束圧のほぼ一倍に比例して大きくなっている。

表-3には、割裂圧 P_r と拘束圧 σ_3 の関係に対して最小2乗法を行った結果を示している。相関係数は、供試体の一軸圧縮強さが大きいほど小さくなったが、これは供試体の圧縮強度に比較して拘束圧が小さいので、割裂圧と拘束圧の関係が明確に把握できないと思われる。一次式近似における傾きAの値は前述したようにほぼ1となっている。また、切片値Bは注入材を水とした場合で(0.80~1.01) q_u 、グラウトAで(1.30~1.60) q_u 、グラウトBで(2.30~2.60) q_u となった。一軸圧縮強さ q_u が2kg/cm²以下の粘性土を対象とした場合の水による粘性土の割裂圧は、拘束圧 σ_3 と一軸圧縮強さ q_u の和で表されることを既に明らかにしているが²⁾、 q_u が10kg/cm²までの試料に対しても同様な結果が得られた。

割裂圧に及ぼすフロー値の影響については、 q_u が1kgf/cm²以下の粘土に関して既に式(1)が成立することを明らかにしている¹⁾。

$$P_r = \sigma_3 + [\{ 2.8 - \{ 1 / (0.1F - 0.3) \} \}] q_u \quad (1)$$

式(1)において、フロー値8,12秒,60秒の切片値Bはそれぞれ0.8, 1.68, 2.63となり、本実験の結果とほぼ一致している。したがって、一軸圧縮強さ q_u が1kg/cm²までの粘性土を対象とした場合の割裂圧とフロー値の関係は、 q_u が10kg/cm²までの試料に対しても適用できることがわかった。

4. まとめ

本研究は、グラウト加圧における粘性土が割裂圧の大きさを室内実験を通じて調査研究したものである。粘性土の割裂圧はグラウトのフロー値に左右されるが、一軸圧縮強さ q_u が10kgf/cm²までの粘性土の割裂圧はほぼ式(1)で与えられることがわかった。したがって、グラウトの加圧力の大きさは式(1)で与えられる値より十分小さく設定すべきであろう。なお、本研究の一部は、文部省科学研究費一般研究(c)(01550392)の補助を得たことを記す。

文献 1)Mori et al.: S & F, 1990, No.3, pp.129-136. 2)Mori et al.: S & F, 1987, No.1, 14-22.

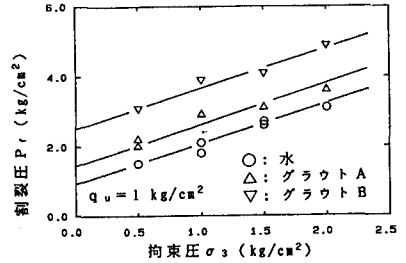


図-2 試料C1の割裂圧と拘束圧

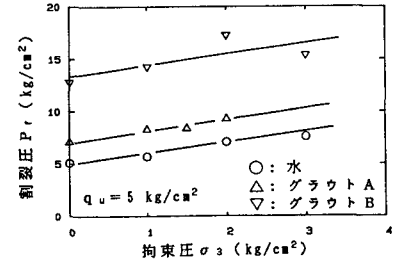


図-3 試料C2の割裂圧と拘束圧

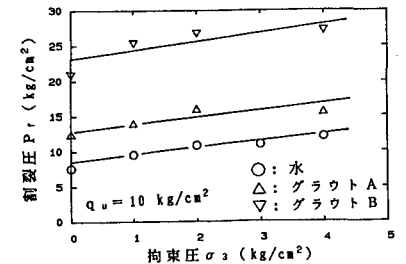


図-4 試料C3の割裂圧と拘束圧

表-3 最小2乗法による回帰直線式

| 注入材 | 試料 | 回帰直線式 | 相関係数 |
|--------|----|--------------------------------|------|
| 水 | C1 | $P_r = 1.12\sigma_3 + 0.89q_u$ | 0.97 |
| | C2 | $P_r = 0.89\sigma_3 + 1.01q_u$ | 0.98 |
| | C3 | $P_r = 1.05\sigma_3 + 0.80q_u$ | 0.96 |
| グラウト A | C1 | $P_r = 0.98\sigma_3 + 1.67q_u$ | 0.97 |
| | C2 | $P_r = 1.03\sigma_3 + 1.42q_u$ | 0.97 |
| | C3 | $P_r = 0.79\sigma_3 + 1.30q_u$ | 0.86 |
| グラウト B | C1 | $P_r = 1.12\sigma_3 + 2.60q_u$ | 0.98 |
| | C2 | $P_r = 1.03\sigma_3 + 2.66q_u$ | 0.73 |
| | C3 | $P_r = 1.40\sigma_3 + 2.30q_u$ | 0.82 |