

III-363

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2 現場実験における割裂圧)

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

(その1)では、室内実験における粘性土の割裂圧と拘束圧、一軸圧縮強さの関係を述べた¹⁾。今回、ローム層を対象とした現場実験を通じて、実地盤のグラウトによる割裂圧を求めたので、割裂圧の大きさや室内実験との比較検討結果について報告する。

2. 地盤概要

図-1には、実験現場の柱状図を示す。GL-1.6~14.8mはN値5前後の関東ロームであり、17m以深はN値50以上の砂礫層である。表-1には、一軸圧縮試験、透水試験等の結果を示している。ローム層の一軸圧縮強さは1~1.5kgf/cm²であり、透水係数は現場透水試験で5.3×10⁻⁵cm/sec、Creagerによる分類では10⁻⁶cm/sec以下であった。

3. 実験方法

加圧実験は、深度や注入材の種類を変えて合計9ケース実施しており、各ケースの注入材や地盤条件を表-2に示す。P1~P5は、予備実験としてグラウト加圧時の注入圧などを測定した場合であり、T1~T6は深礎による掘り出し調査で加圧状況を確認したものである。注入材は、水、グラウトA(PG-Tによる70-値10~12秒、比重1.80、水セメント比約50%)、グラウトB(70-値30~40秒、比重1.80、グラウトAに増粘剤添加)の3種類である。

図-2には、加圧実験における試験装置の概要を示す。グラウトの加圧方法は以下の通りである。まず、加圧を実施する所定の深度まで削孔(径115mm)した後、パッカーを削孔底から1m上の位置まで挿入する。一次注入として、まず所定の注入材を加圧空洞(長さ1m、直径115mm)に満たす。パッカーを膨らませた後、2次注入としてグラウトの加圧を行なう。2次注入は、圧力及び流量制御が可能な注入ポンプを用いて、送出圧力を毎分0.2~0.5kgf/cm²づつ徐々に増加させたが、圧力が増加しない場合は注入速度を徐々に増加させている。グラウトは削孔位置からパッカーまでの長さ1mの区間にわたって加圧される。加圧空洞内部には、圧力計を挿入して加圧中の圧力変化を調査する。加圧力の大きさは、注入ポンプの送出圧力、ケーシングの上端部分の導管圧力、加圧空洞部の先端圧力の3通りで測定した。なお、注入状況をわかりやすくするため、セメントには白色セメントを使用した。

4. グラウトの注入状況

表-2には、各注入実験における注入圧、2次注入量などをまとめて示す。表中の送出圧力及び導管圧力については、実測値に加圧部分までの深度によるヘッド差を加えて補正している。注入状況は、グラウトの種類によって大きな違いが認められた。水及びグラウトBでは、2次注入量が100ℓ前後と多い。ロームの透水性から判断すると、水やグラウトの浸透は困難なので、2次注入量は地盤内を割って注入される、いわゆる割裂注入にならざるを得ない。写真-1には、A4の注入状況を示しており、割裂が発生していることがわかる。割裂脈は、鉛直かつ半径方向に円盤状に大きく広がっていた。円盤の直径は2m以上であり、割裂脈の厚さは10~20mmであった。一方、グラウトAを用いたA2、A3では、2次注入量が10ℓ前後と小さく、送出圧力を増加させてもグラウトはほとんど注入されなかった。写真-2には、A2の注入状況を示しているが、グラウトの地盤への脈状貫入は発生せず、削孔径にほぼ等しい直径の円柱状の固結体が認められた。

注入状況がグラウトの種類によって異なる理由としては、グラウトの脱水・濃縮作用が考えられる。グラウトAの粘性(フロー値)は、水とグラウトBの間にあるが、増粘剤を添加したグラウトBと違って加圧によるグラウトの脱水が生じやすい。脱水が生じにくいグラウトBや水の場合には、表-2に示したように先端圧力が導管圧力とほぼ一致しているが、グラウトAの場合には、先端圧力が導管圧力や送出圧力

よりもかなり小さくなっている。加圧部分でグラウトの脱水が生じると加圧力が地盤に有効に作用せず、空洞部での圧力測定自体も難しくなると考えられる。

以上は注入状況であったが、次には割裂が生じた場合の先端圧力をロームの割裂圧とみなして、その大きさを（その1）で示した割裂圧の大きさと比較することにした。表-2には、（その1）の実験式(1)を用いて算定した割裂圧の大きさを示す。式(1)の拘束圧 σ_3 としては、LLT試験による静止土圧の値を用いた。割裂圧の計算値は先端圧力の計測値とほぼ一致しており、先端圧力が式(1)で与えた割裂圧に達すると実地盤においても割裂が発生することが明らかとなった。

5. あとがき

グラウトの脱水が生じない状態でグラウト加圧が可能な場合には先端圧力は地上で実測される導管圧力と等しくなり、先端圧力が（その1）の式(1)で与えた割裂圧に達すると実地盤においても割裂が発生した。今回対象としたロームは、地盤の透水性があまり小さいので、フロー値12秒前後の実用のグラウトでは加圧部分におけるグラウトの脱水が生じて、空洞部の加圧自体が困難になり割裂が発生しなかった。しかし、透水性がかなり小さい粘土地盤では通常のグラウトでも脱水が生じにくいので導管圧力が加圧部分の先端圧力とほぼ等しくなり、地上で実測される加圧力が地盤の割裂圧より大きくなると割裂が発生する可能性がある。このため、粘土地盤でのグラウトの圧力管理においては加圧力を式(1)で与えた値より十分小さくすることが必要と考えられる。

文献 1)栗原他：アンカー工法の・・・（その1）、46回土木年次講演会，1991

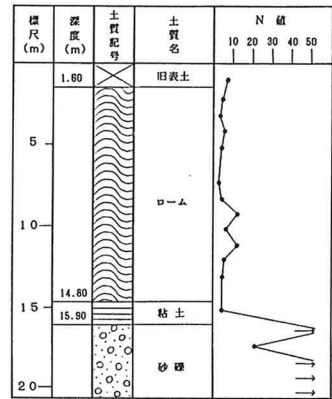


図-1 柱状図

表-1 土質概要

深度 m	土質	静止土圧 kgf/cm ²	一軸圧縮強さ kgf/cm ²	N値	透水係数 cm/sec
6	ローム	0.27	0.98~1.04	4	3.51×10 ⁻⁵
13	ローム	0.20	1.26~1.48	5	(GL -6.9m)

静止土圧は、LLT試験による

表-2 グラウトの注入加圧状況

実験 No.	深度 (m)	注入材	2次注入量 (ℓ)	注入圧 (kgf/cm ²)			注入状況	式(1)による割裂圧の計算値
				送出圧力	導管圧力	先端圧力		
P1	9	水	110以上	1.8	—	1.5	割裂	1.3
P2	6	グラウトA	12	3~11	—	2~0	グラウト脱水	2.0以上
P3	12	〃	4	4~6	—	2~1	〃	2.5以上
P5	15	グラウトB	90	5~8	—	4	割裂	3.6
A1	14	水	134	2	2	2	割裂	1.6
A2	6	グラウトA	13	7~17	7~17	3	グラウト脱水	2.0以上
A3	12	〃	11	8~16	8~16	4	〃	2.5以上
A4	6	グラウトB	125	4~9	2	2	割裂	2.7
A5	12	〃	130	7~12	4	4	〃	3.6

*: 割裂せず ** : グラウト脱水によるN値が増加するため実際には計算値以上となる

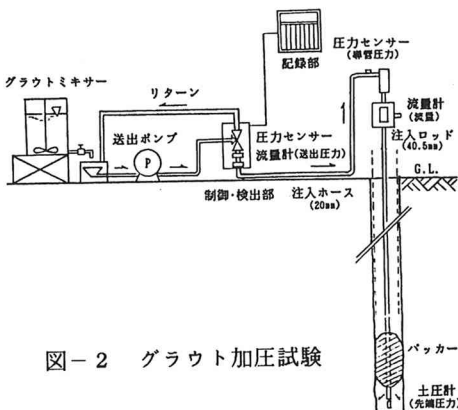


図-2 グラウト加圧試験

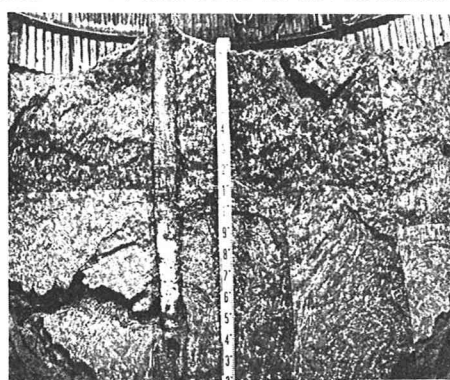


写真-1 A4の注入状況（割裂発生）



写真-2 A2の注入状況