

III-674 泥水式シールドの過剰間隙水圧抑制のための泥水性状に関する実験的研究（その2）

西松建設㈱ 正会員○森 仁司
早稲田大学 学生員 朴 宰満
早稲田大学 正会員 森 麟

1. はじめに 泥水式シールドに用いる泥水性状は、シールド掘進によって切羽地盤に発生する過剰間隙水圧を小さくして、必要な有効泥水圧を確保することが必要条件の重要な一つである。この点に関して、筆者らの研究によれば^{1)・2)}、従来の泥水品質管理基準である比重、ファンネル粘性、APIろ過水量だけでは、対象地盤に対して泥水の浸透速度に基づく過剰間隙水圧の発生量が小さく有効泥水圧を十分に確保できるか否かの判断ができないことを示し、このためには、泥水の切羽への浸透速度に密接に関係する地盤の間隙径と泥水の粒子径との関係を表す指標PR値を導入することで、過剰間隙水圧の発生量の大小を判断する可能性があることがわかった。

今回は、PR値より一般的な(1)式で示されるグラウトビリティー比を用いて、幅広く砂の粒径や泥水濃度が変化した場合にもこのGR値により、シールド掘進時の過剰間隙水圧の発生量に対する泥水性状の評価ができるか検討した。

$$GR = \frac{D_{15}}{G_{85}} \quad (1)$$

GR：グラウトビリティー比

D_{15} ：地盤の粒径加積曲線の15%通過粒径(mm)

G_{85} ：泥水の粒径加積曲線の85%通過粒径(mm)

2. 実験方法 実験は、文献1)のシールド模型装置を用い、泥水圧0.3kgf/cm²、地下水圧0.094kgf/cm²（差圧としては、シールド中心で0.206kgf/cm²）、掘進速度1cm/min、カッター回転数1rpm（同一箇所切削インターバル30秒）の条件下で泥水配合を変えて、シールド掘進に伴う地盤内の間隙水圧の変化を測定した。泥水は、ベントナイト（群馬産#300）をベースに各種粒径の添加材を添加して地盤に対する泥水のGR値を変化させた。地山試料には3種類の砂を用いた。図-1にベントナイトおよび添加材の粒度分布を、図-2に地山試料の粒度分布を示す。

3. 砂の粒径の違いによる最適GR値への影響 図-3は、豊浦砂地盤でGR値の異なる泥水を用いてシールド掘進した時の切羽面付近の間隙水圧の分布を示したものである。なお、添加材の添加濃度は10%とし、ファンネル粘性は30秒前後になるようにした。図から、最も過剰間隙水圧の発生量が小さかった泥水は、GR値16.2の泥水であった。また、このGR値よりも大きくても小さくても過剰間隙水圧の発生量は増加している。

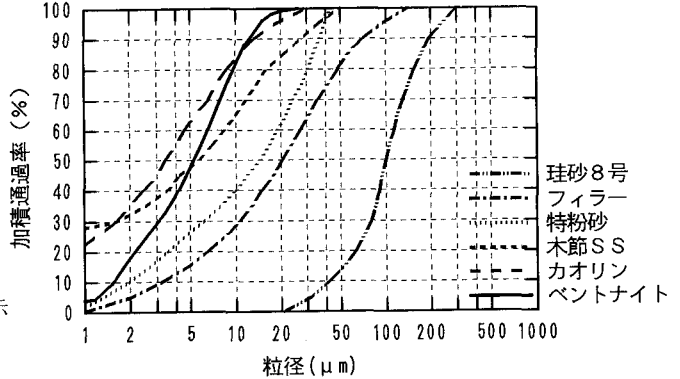


図-1 泥水添加材の粒度分布

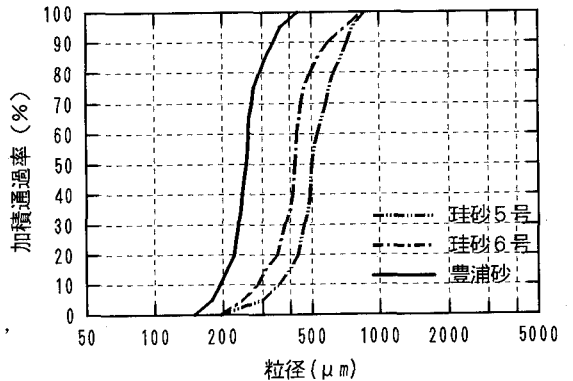


図-2 地山試料の粒度分布

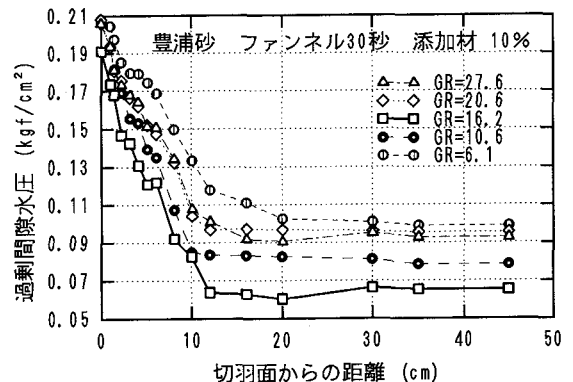


図-3 豊浦砂におけるGR値の影響

図-4と図-5は、図-3と同様に珪砂6号と珪砂5号地盤に対して、泥水のGR値を変えたときの過剰間隙水圧の発生量を比較したものである。図から、珪砂6号ではGR値15.7の泥水が、珪砂5号では、GR値14.6の泥水が、過剰間隙水圧の発生量が最も小さくなっている。したがって、砂の粒径が違っても、最も過剰間隙水圧の発生量の小さくなる泥水のGR値は14~16程度で、砂地盤の粒径の影響は少ないと言える。

4. 添加材濃度の違いによる最適GR値への影響

図-6は、珪砂5号地盤に対して、添加材の添加濃度を20%に増加させ、泥水のGR値を変化させたときの過剰間隙水圧の発生量を比較したものである。図から、GR値14.8の泥水が、過剰間隙水圧の発生量が最も小さくなっている。したがって、泥水の濃度が変化しても、最も過剰間隙水圧の発生量の小さくなる泥水のGR値は14~16程度と変わらない。

5. GR値による泥水性状判定の意義 シールド掘進時の泥水性状を、グラウタビリティ比で評価し、

泥水のGR値が14~16程度であれば過剰間隙水圧の発生量を小さくするのに最も効果がある理由について考える。地盤の間隙径は、均一粒径の球状体とみなすと、粒径の1/5程度になる頻度が高いので、地盤および泥水が均一球状体と考えた場合、GR値が14~16とは、泥水粒径の3倍程度が地盤の間隙径に等しいことを意味する。実際には地盤は不均一であり、このような地盤の間隙径の大きさを支配するのは D_{15} であり、実際の地盤の間隙径も D_{15} の1/5程度かそれよりもわずかに小さい程度だと考えられる。したがって、地盤および泥水の代表径を D_{15} 、 G_{85} とすると、GR値が14~16とは、地盤の間隙径が泥水粒子径の3~2倍程度となり、この状態であれば泥水粒子の大部分は切羽表面に引っかかることはなく、ある程度地盤の間隙中に浸透できる。しかし、地盤の間隙は曲がりくねっているので、粒子の大部分が切羽面近傍の間隙に詰まる。そしてこの泥水粒子の詰まった間隙が、さらに小さい粒子の浸透を抑え、泥水浸透速度を遅くして過剰間隙水圧の発生量を小さくする。一方、GR値が5~10の場合には、泥水粒子径は、間隙径に等しいか、わずかに大きい程度であるので、大部分が切羽表面に引っかかって、カッター切削により削り落とされてしまい、細かい粒子の泥水のみが浸透し、過剰間隙水圧が発生する。また、GR値が30程度の場合には、間隙径が泥水粒子径の6倍程度あるので、泥水粒子の殆どは、間隙を縫うように流れてしまうので泥水浸透速度が大きく過剰間隙水圧の発生量が大きくなると考えられる。

参考文献 1)小川他：泥水式シールドによる過剰間隙水圧の発生量からみた現行管理基準の評価，第48回土木学会年次講演会第三部門，pp.122~123，1993

2)森他：泥水式シールドによる過剰間隙水圧抑制のための泥水性状に関する実験的研究，第48回土木学会年次講演会第三部門，pp.124~125，1993

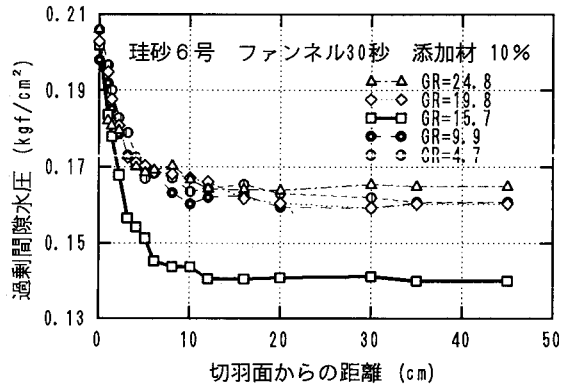


図-4 珪砂6号におけるGR値の影響

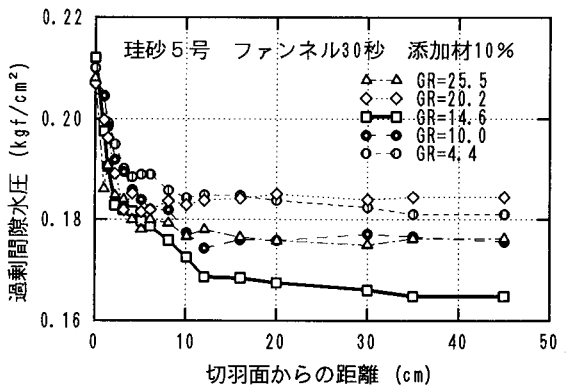


図-5 珪砂5号におけるGR値の影響

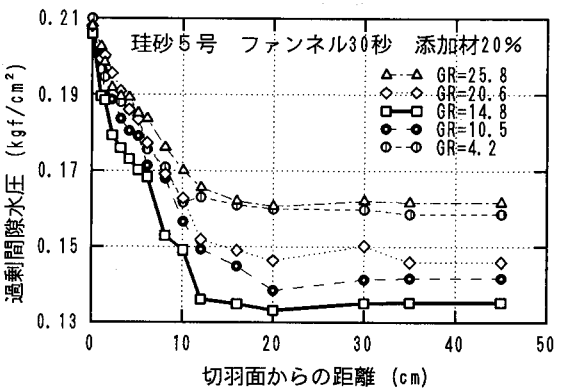


図-6 泥水添加材濃度の違いによるGR値の影響