

III-35 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

西松建設㈱ 正会員○森 仁司 学生員 朴 幸満
早稲田大学 正会員 森 麟 学生員 加藤敢士
早稲田大学 学生員 小川雄二（現鹿島建設㈱）

1. はじめに

泥水式シールドに用いる泥水性状は、切羽地盤の過剰間隙水圧の発生量を小さくして、必要な有効泥水圧を確保できることが必要条件の重要な一つである。しかし、文献1)の関連研究から、従来の泥水品質管理基準には、カッタービットによる泥膜削除による影響が考慮されていないために、シールド掘進時に切羽面で必要有効圧が生じる泥水であるかどうかの判断ができないことが多いことが分かった。

そこで、本研究では、砂質地盤において動的シールド模型実験を行い、地盤の間隙径と泥水の粒子径との関係に着目して、対象地盤に対して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泥水性状のあり方について調査研究した。

2. 地盤の間隙径と泥水の粒子径の関係の定量化

切羽地盤中の過剰間隙水圧の発生量は、泥水の切羽への浸透速度に関係するので、この泥水浸透速度を支配すると考えられる地盤の間隙径と泥水の粒子径の関係に着目した。この関係を定量的に評価するために、(1)式のように対象地盤の10%粒径（有効径）を泥水の85%粒径で除した値を目詰まり比PR（Penetration Ratio）と定義した。

$$PR = \frac{D_{10}}{G_{85}} \quad (1)$$

ここで、

PR：目詰まり比

D_{10} ：対象地盤の粒径加積曲線の10%粒径(mm)

G_{85} ：泥水の粒径加積曲線の85%粒径(mm)

3. 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（シールド中心）、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。地山試料は珪砂6号を使用した。泥水は、12%ベントナイト泥水（群馬産#300）をベースに各種粒径の添加材を組み合わせで作泥し、添加濃度は水重量比を用いた。図-1に砂と実験に用いた添加材の粒度分布を示す。

4. 添加材の粒径の影響

図-2は、珪砂6号地盤を泥水の種類を変えて10cmシールド掘進した時の切羽面付近での間隙水圧分布を示したものである。図から、切羽面から0cm地点で過剰間隙水圧の発生量が小さかった泥水は、ベントナイトに特粉を添加した泥水(PR=13.2)であり、切羽から2cm以上離れた地盤では、木節Sを添加した泥水(PR=29.0)であった。また、8号砂を添加した泥水(PR=2.1)の過剰間隙水圧の発生

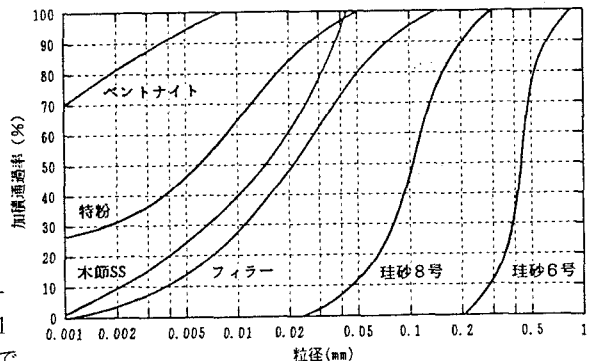


図-1 砂および泥水添加材の粒度分布

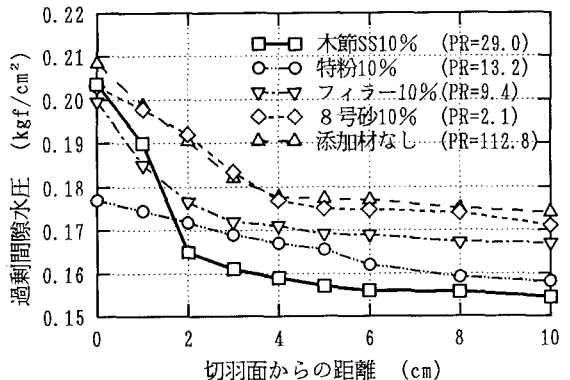


図-2 添加材の違いによる過剰間隙水圧への影響

量は、添加材なし泥水(PR=112.8)とほとんど同じで添加材の効果が見られない。これは、8号砂の粒子径が、6号砂地盤の間隙に対して大きすぎて間隙に入らないため、カッターにより切羽が切削される際にほとんど削り取られてしまい、この切削部分からベントナイト粒子が浸透するので、過剰間隙水圧の発生量は、両者

に違いがなくなると考えられる。このことから、PR値が、大き過ぎても小さ過ぎても過剰間隙水圧の発生量は大きくなる。

そこで、図-3は、12%ベントナイト泥水に、特粉5%と木節SS5%を2種添加したものと、それぞれ単独で1種10%添加したものを比較したものである。図から、特粉と木節SSを2種添加したものの(PR=18.1)が、単独で添加したものより過剰間隙水圧の発生量は小さくなっている。

図-4は、特粉と木節SSの添加比率を変化させて過剰間隙水圧の発生量を比較したものである。図から、特粉が7~9%の方が5%のものより過剰間隙水圧の発生量が小さくなった。とくに、特粉8%が過剰間隙水圧の発生量が最も小さかった。また、特粉8%泥水のPR値は14.5であり、このPR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。したがって、泥水のPR値が13~15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と言える。

5. 添加材の添加量の影響

図-5は、特粉と木節SSの合計添加量を10%から20%まで変化させて、それぞれのPR値が同一になるように両者の割合を調整したものである。図から、添加量が増加するにつれて、過剰間隙水圧の発生量は小さくなっている。しかし、10%から15%に増加したことによる過剰間隙水圧の減少量に比べ、15%から20%（比重1.17）に増加した場合はその減少量は小さくなり、添加量の増加による過剰間隙水圧の減少効率は低下してくる。

6. まとめ

現行の泥水管理基準だけでは、使用泥水が対象地盤に対して過剰間隙水圧の発生量を制御するかどうかの十分な判断ができなかったが、新たに泥水のPR値の概念を付加することでシールド掘進時に地盤に対して過剰間隙水圧の発生量の小さい泥水である否か判断ができる。また、泥水のPR値が13~15程度になるように配合すれば、過剰間隙水圧の発生量を小さくして有効泥水圧を大きくすることも分かった。

実際のシールド掘進時には、地山の細粒分が泥水中に混入して泥水の粒度分布が変化するが、この泥水に対しても現行の品質管理基準に加え、このPR値を13~15を中心にある範囲で管理を行えば、過剰間隙水圧の発生量を小さくすることが可能であると思われる。

参考文献

- 1) 森仁司・森麟・小川雄二他：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泥水管理基準の評価，第48回土木学会年次講演会第三部門，1993

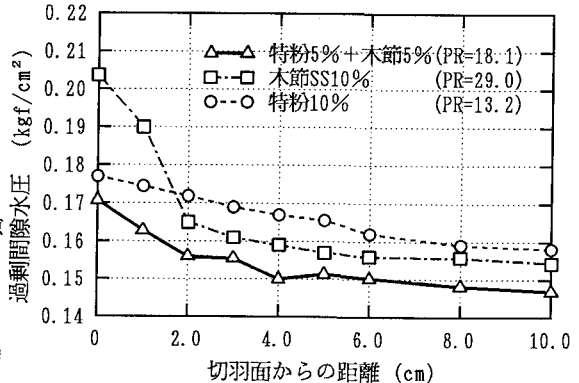


図-3 添加材の混合による過剰間隙水圧への影響

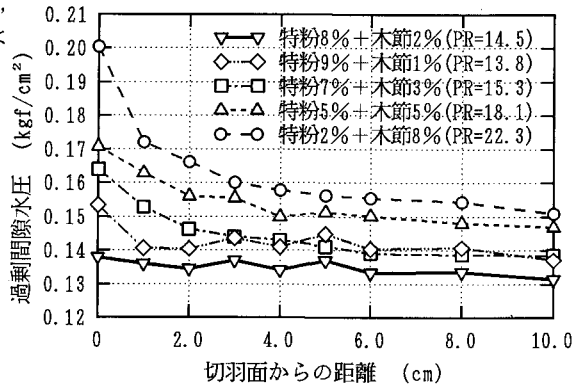


図-4 添加比率の違いによる過剰間隙水圧への影響

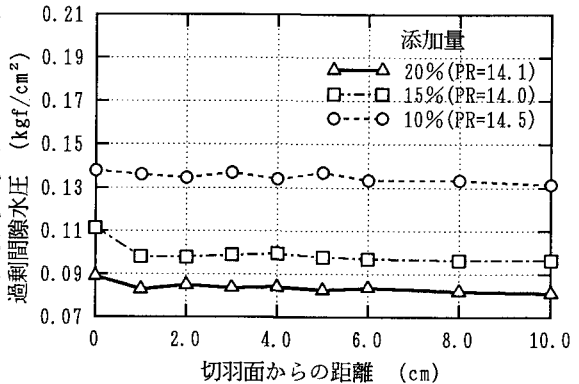


図-5 添加量の違いによる過剰間隙水圧への影響