

# 大口径推進工法管周ボイドに注入するフライアッシュを用いた硬化型注入滑材の開発

地球資源システム工学専攻 藤田修一

## 1. はじめに

推進工法は、種々の技術開発により、これまで困難とされてきた 1km を超える長距離施工や、交差点を直角に曲がるような急曲線施工まで可能となってきた。さらに、昨今の推進技術の進歩により、施工領域の拡大を目指した管径 3,500mm~5,000mm の分割推進管が開発され、シールド工法の適用領域である 3,000mm 以上の施工に対しても大口径推進工法が適用されるようになり、今後益々大口径に対する需要が増大することが予想される。

推進工法の施工では、施工中の地表面沈下や陥没などに伴う既設構造物への影響を与えず、要求された施工精度を満足した構築が要求される。すなわち、推進工法を用いて良好な施工を行うためには、施工中に推進管外周面での抵抗や地山の変状を効果的に抑制することにある。そこで、本報告ではこれらの問題を解決するために、大口径推進工法の管周ボイドに注入される滑材に関する検討を行った結果について述べる。

## 2. 推進工法の管周ボイドの概要

管周ボイドに充填する滑材の推進力低減以外の機能条件としては、①地盤への浸透抑制により管周ボイドの容積減少を防止すること、②地山荷重の土被り圧に対抗して掘削により取り除かれた地盤の掘削面を崩壊させることなく保持すること、③周辺地盤からの地下水の影響を受けないこと、④推進管外周に発生する管周ボイド内への充填性に優れていること、などが必要である。

推進工法では、近年の長距離化や急曲線施工に伴い、管周ボイドの安定を図るために、現状では可塑性滑材を主充填材として使用する二層注入方式による施工が主に行われている。しかしながら、二層注入方式に用いられる種々の可塑性滑材が市販されているにも関わらず、管周ボイドに土被り圧や曲線推進時に反力等が作用した場合、市販の可塑性滑材は、滑材内に存在する間隙水が容易に排出され減容化するため、管周ボイドを保持する機能が大幅に低下し、推進力が急増することが判明した。特に、大口径推進工法における管周ボイドでは、小中口径よりもこの現象が顕著に認められることが予想される。この解決のためには、新しい充填用滑材、すなわち高流動性、材料不分離性および水密性等の機能を有する滑材を開発する必要があることが明らかになった。

## 3. 硬化型注入滑材の開発について

市販の可塑性滑材の成分は、主に珪酸ナトリウムを主成分とした A 剤と重炭酸ナトリウムや重炭酸カリウムを成分とする B 剤の二液で構成されている。しかし、B 材の主成分である重炭酸ナトリウムあるいは重炭酸カリウムの水との接触による溶出が施工上の問題を引き起こすため、重炭酸ナトリウムあるいは重炭酸カリウムの代わりに

フライアッシュを主原料とした硬化型滑材を開発することにした。すなわち、推進工法で最も困難とされる管周ボイドに注入される滑材の経時劣化を抑制し、かつ施工時の管外周面の抵抗を抑制するため、フライアッシュのボールベアリング効果ならびに強度遅延発現効果作用にこれらの問題解決を期待した。

そこで、A 剤は市販されている可塑性滑材の配合で、B 剤は表 1 に示すような配合量で A, B 剤を混合することにより、3 種類（以下 C50, C100, C150）の硬化型注入滑材を作製し、以下に述べる各種試験を行い、硬化型注入滑材の有用性について検討を行った。

表 1 硬化型注入滑材の配合(単位 g)

A 剤		珪酸ナトリウム		水	
C50, C100, C150		115		410	
B 剤	セメント	フライアッシュ	ベントナイト	石膏	水
C50	50	220	15	15	370
C100	100	170	15	15	377
C150	150	120	15	15	384

## 4. 各種試験結果および考察の一例

管周ボイド内に滑材を注入することで、地山と推進管接触時における摩擦抵抗を減少させる効果が期待される。したがって、推進工法の施工時に作用する推進管外周面の摩擦抵抗は、摩擦係数が小さいほど推進力が小さくなることから、滑材として優れた材料となる。そこで各試料について回転摩擦計を用いて摩擦係数を計測した。図 2 に計測に用いた回転式摩擦抵抗測定装置を示す。回転式摩擦抵抗の測定は、回転する下部試験体枠に模擬地盤をセットし、上部に推進管を想定したコンクリート表面のウェイト試験体枠の間に各試料を準備した。図 1 に各試料の摩擦係数を示す。なお、市販の可塑性滑材の摩擦係数は 0.2 程度である。この図より、C150, C100, C50 の順に摩擦係数が大きくなり、C150 は市販の可塑性滑材よりも摩擦係数が小さく、C100, C50 でも 1.5 倍程度以内であることが分かる。

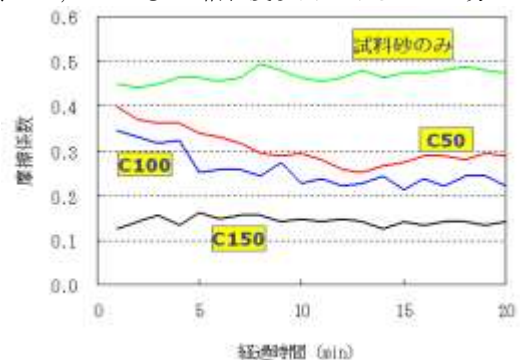


図 1 各試料の摩擦係数