

極初期強度を有する高流動コンクリート

広島大学 正会員 田澤栄一
 広島大学 正会員 河合研至
 広島建設 正会員 小泉恵介
 広島大学 学生員 〇細見和広

1. まえがき

NATM工法による水路トンネルの覆工において、掘削直後の地山の安定を図るための吹付けコンクリートによる一次覆工とトンネル表面の粗度改善を目標とした二次覆工が実施するのが一般的である。しかし二次覆工に要求されるのは本来表面部分の平滑さのみであるにもかかわらず、コンクリート打設の施工性から相当量の二次覆工厚を必要とし、力学的・経済的に不合理さを呈している。そのため一次覆工と二次覆工を同時に行なうことのできる施工法の開発が望まれる。

本研究は、現在、二次覆工に用いられているセントル移動式工法ならびにプレキャストライニング工法に着目した。従来これらの工法は、トンネル断面形状を有する型枠と地山の間にコンクリートを流し込むものであり、コンクリートをポンプ圧送後バイブレーターを用いた締固めが行なわれていた。しかし自己充填性を保持し、覆工速度に見合った自立強度を有するコンクリートを利用することにより、これまで行なわれている作業を簡略化でき施工時間の大幅な短縮が可能になると思われる。また近年石油の代替エネルギーとして石炭が見直され、それに伴いフライアッシュの発生量も増加しておりその有効利用が望まれる。

以上のことを鑑み、本研究は、フライアッシュを大量使用し、極初期強度を有する高流動コンクリートの開発について検討を行なった。なお本研究では、極初期に必要な強度として材齢10時間における圧縮強度の目標値を $10\text{kg}/\text{cm}^2$ に設定した。

2. 実験概要

極初期強度を発現させるため、本研究では急硬性セメント鉱物混和材（カルシウムアルミネート系）の初期硬化促進材を使用した。またその時のフライアッシュ置換率の影響を検討した。フライアッシュは、普通ポルトランドセメントの内割りで置換し、初期硬化促進材は、普通ポルトランドセメント+フライアッシュの内割りで5%混入した。また高性能減水剤にナフタリンスルホン酸塩を、分離低減剤に多糖類ポリマーを用いた。コンクリートの配合は、 $W/C=40\%$ 、 $s/a=45\%$ とし、スランプフローが $60\text{cm}\sim 65\text{cm}$ 、ならびに高流動コンクリートの分離抵抗性評価方法としてU型充填試験装置における充填高さが 30cm 以上となるよう決定した。

上記の試験の他に行なったのは、凝結試験、圧縮強度試験ならびに加圧ブリージング試験である。

3. 実験結果および考察

初期硬化促進材を5%混入しフライアッシュ置換率を変化させた場合の凝結試験結果および圧縮強度試験結果を図1、図2に示す。なお図中のFAとAcは、それぞれフライアッシュと初期硬化促進材を表す。フライアッシュ置換率が高いものほど凝結が早くなる傾向になった。これは、フライアッシュの置換率が高いものほどセメント量が減少し、セメント量に対する初期硬化促進材の比率が増加するために凝結が促進したものと考えられ、ほぼ8.5時間で終了していることがわかる。圧縮強

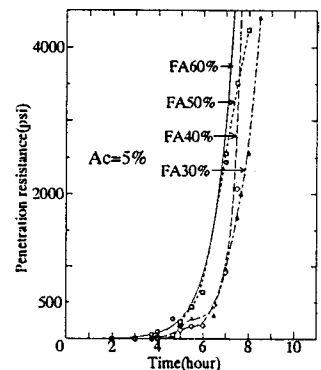


図1 凝結試験結果

度は、材齢10時間においてフライアッシュ置換率60%の場合、目標値である 10kgf/cm^2 を上回り、フライアッシュ置換率が高いものほど高強度を示した。これは、凝結試験と同様にセメントに対する初期硬化促進材の混入率が高いものほど、セメントの硬化がより促進され、このような結果となったものと考えられる。材齢3日以降の強度は、フライアッシュ置換率の小さいほど高強度になった。

スランプフローと充填高さの関係を図3に示す。この図から、高流動コンクリートの条件を満たすコンクリートは、スランプフローが40～60cmの範囲であり、U型充填試験による充填高さが30～34cmであると言える。スランプフロー40cm以下のものは、粘性が高いため充填性が低くなり、60cm以上となるものは、たとえば充填高さが35cm、36cmであっても材料分離気味であり良好なコンクリートであるとは言えない。本実験においてフライアッシュを大量置換した場合においても、高流動コンクリートにおける流動性ならびに分離抵抗性の評価方法として、U型充填性試験装置は有効であることがわかった。

高流動コンクリートのポンプ圧送性を評価するために初期硬化促進材を5%混入し、フライアッシュ置換率30%および60%のコンクリートについて行なった加圧ブリージング試験結果を図4に示す。この結果得られた2つの曲線は、ポンプ圧送性の可否の目安である曲線BとCの間にあることから初期硬化促進材混入率5%、フライアッシュ置換率30%～60%のコンクリートは、ポンプ圧送性に問題のないことがわかる。

4. まとめ

- 1) セメント鉱物系の初期硬化促進材を用いることにより、材齢10時間における圧縮強度が 10kgf/cm^2 を上回る高流動コンクリートの製造が可能である。
- 2) セメント鉱物系の初期硬化促進材を使用するとき、フライアッシュの置換率60%以下の範囲においては置換率を高めるほど大きな初期強度発現性を期待できる。

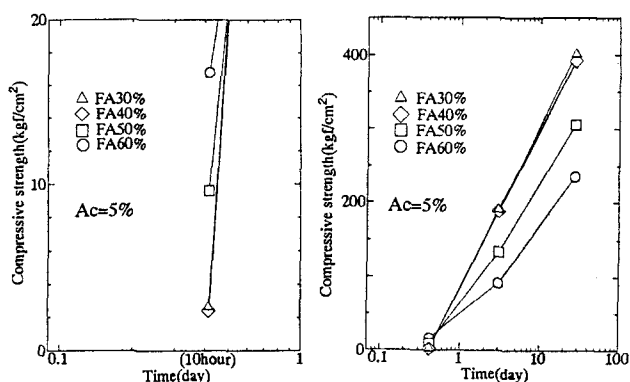


図2 圧縮強度試験結果（極若材齢および長期材齢）

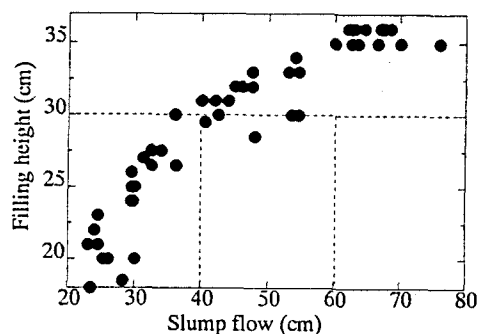


図3 スランプフローと充填高さの関係

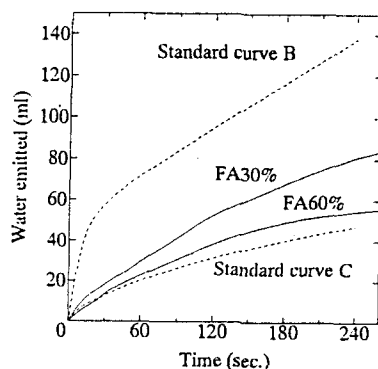


図4 加圧ブリージング試験結果