

V-353 吹付けコンクリートの湧水に対する付着性改善に関する研究

建設省中部地方建設局 早野 義昭  
飛島建設(株) 名古屋支店 中野 嘉明  
飛島建設(株) 技術研究所 正 木村 勝利  
同上 正〇平間 昭信

1. はじめに

吹付けコンクリートは、NATM工法において支保部材の一部として広く使用されている。近年、大容量施工、坑内環境の改善等から湿式吹付け方式が主流となっている。湿式吹付け方式は、乾式吹付け方式に比べ、湧水のある地山に対しては一旦付着したコンクリートが剝落したり、コンクリートが洗い流され易い等の欠点を有している。このような湿式吹付け方式の湧水区間での対処法としては、湧水量や湧水の出方によって異なるが矢板工法への変更、水抜き工などの補助工法との併用によって施工しているのが現状である。

本報告は、微粉材を混入することにより材料面から湧水に対する付着性(抵抗性)を改善した吹付けコンクリートについて検討したものである。

表-1 室内実験試験項目

| 試験項目        | 急結剤 | 微粉材        | 置換率(%)       | 試験方法                                                               |
|-------------|-----|------------|--------------|--------------------------------------------------------------------|
| コンシステンシー    | 無   | Fl, Sg, Cs | 0, 5, 10, 20 | JIS R 5201 (セメントの物理試験方法) モルタルフロー試験に準拠                              |
| 圧縮強度        | 無   | Fl, Sg, Cs | 0, 5, 10, 20 | JIS A 1108 (コンクリートの圧縮試験方法) に準拠                                     |
| ブロッカー貫入抵抗値  | 有   | Fl, Sg, Cs | 0, 5, 10, 20 | JSCE 吹付けコンクリート用急結剤品質規格(案)付属書 貫入抵抗によるモルタルの凝結時間測定方法に準拠               |
| 水中分離抵抗性(濁度) | 有   | Fl         | 0, 10        | 練り混ぜはブロッカー貫入抵抗と同様とし、急結剤添加から30, 60, 90, 120秒後に一定量のモルタルを水中落下させ、濁度を測定 |

Fl: 7517721, Sg: 高炉スラグ, Cs: 石粉(砂岩)

表-1に示す項目について実験を実施

した。モルタル配合は吹付けコンクリートのモルタルに相当する配合(重量比でセメント:水:細骨材=1:0.6:3)に設定した。尚、微粉材の混入は細骨材の容積に対し5~20%置換した。

2-2 実験結果

① コンシステンシー

微粉材がフライアッシュ及び高炉スラグの場合、置換率10%以下では無置換のものと同程度以上のコンシステンシーを有している結果であった。

② 圧縮強度

各微粉材とも圧縮強度は、20~40%程度大きい結果であり、強度低下は認められなかった。

③ ブロッカー貫入抵抗

各微粉材とも置換率が高いほど貫入抵抗値が大きく、初期凝結硬化が促進される傾向であった。また、フライアッシュで置換したものが初期の立ち上がりりが最も大きく、他の微粉材に比べ急結性に優れている傾向であった。(図-1参照)

④ 水中分離抵抗性

図-2に示したようにフライアッシュで細骨材の一部を置換したモルタルの方がプレーンモルタル

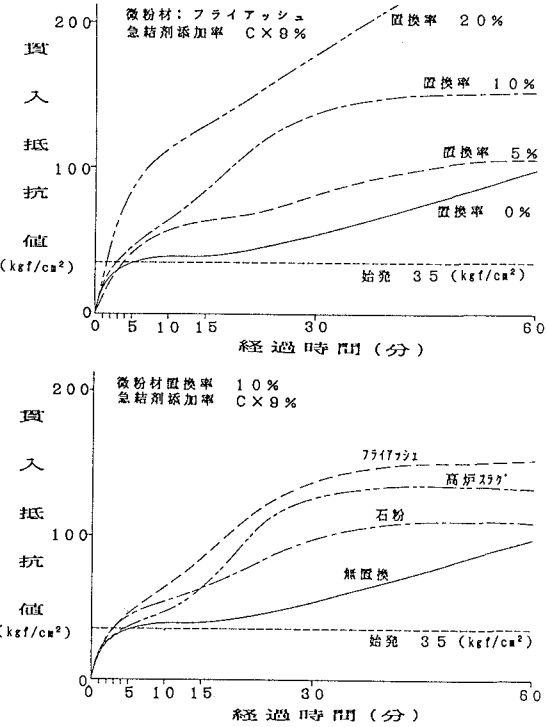


図-1 ブロッカー貫入抵抗試験結果

ルに比べ濁度は小さく、水に対する（分離）抵抗性の向上が伺えた。この傾向は急結剤添加からの経過時間が短いほど顕著な結果であった。従って、実施工では、吹付けコンクリートと湧水が接触する時間が極短時間であるため、フライアッシュで細骨材の一部を置換することは、湧水に対する付着性（抵抗性）の向上により大きな効果が得られると考えられた。

### 3. 現場試験吹付け

#### 3-1 実験概要

室内実験において、細骨材の一部（容積の10%）をフライアッシュで置換することにより、急結性及び水に対する抵抗性の向上が確認されたことから現場試験吹付けを実施した。吹付けコンクリートの配合を表-2に示し、急結剤は急結性セメント鉱物を使用した。吹付け方式は湿式方法とし、

湧水に対する付着性の評価は、

##### ①切羽より湧水が噴出している箇所

（湧水量は試験場所で約25～30 l/min）

##### ②湧水モデル（湧水量5 l/min, 図-3参照）

に吹付けを行い、付着性の観察により評価した。

#### 3-2 試験結果

##### ①切羽湧水に対する付着性

図-4に示すように、通常配合の場合、割れ目より湧水が流下しているような状態では、吹付けコンクリートは一旦は付着するが、湧水によって吹付けたコンクリートが剝落し、付着しない状態であった。これに対し、フライアッシュ配合は時間経過とともに吹付けコンクリートが湧水に洗われる状況も見受けられなく、充分に付着する状態であった。但し、湧水が割れ目より噴出している部分については、湧水圧より数cm程度の孔状の欠損部が生じた。

##### ②湧水モデルに対する付着性

切羽湧水に対する付着性と同様、通常配合は水が噴出している孔より下部は吹付けたコンクリートが水に流され付着しない状態であり、水が噴出している孔は全て露出した。一方、フライアッシュ配合は吹付けコンクリートが水で流される状況は見受けられず、良好な付着性状であった。水が噴出している孔は1箇所を残し吹付けコンクリートで覆うことができ、この程度度の水量・水圧に対し充分な付着性であることが確認された。

#### 4. まとめ

細骨材の一部をフライアッシュで置換する方法は、水に対する付着性（抵抗性）及び急結性を改善する手法として有効であることが確認できた。従って、フライアッシュを混入した吹付けコンクリートは、これまで不利であった湧水箇所においてもトンネル支保部材の一部として十分に利用できるものとする。

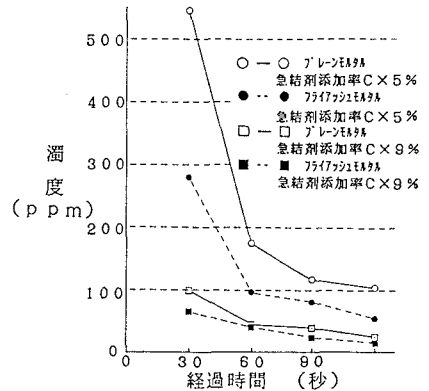


図-2 水中分離抵抗性試験結果

表-2 吹付けコンクリート配合表

| 配合種別    | スランブ<br>S l<br>(cm) | 骨材最大寸法<br>G max<br>(mm) | 水セメント比<br>W/C<br>(%) | 細骨材率<br>S/a<br>(%) | 急結剤<br>添加率<br>(%) | 単位体積重量 (kg/m³) |     |      |     |         |
|---------|---------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|----------------|-----|------|-----|---------|
|         |                     |                         |                      |                    |                   | C              | W   | S    | G   | フライアッシュ |
| 通常配合    | 10                  | 15                      | 58.3                 | 52                 | C×9               | 360            | 210 | 1041 | 640 | 0       |
| フライアッシュ | 10                  | 15                      | 58.3                 | 62                 | C×9               | 360            | 210 | 937  | 640 | 87      |

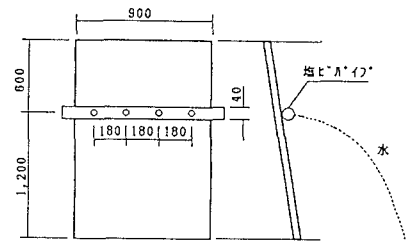


図-3 湧水モデル

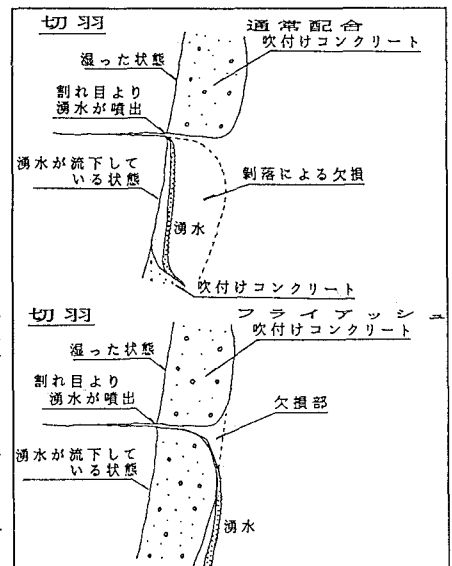


図-4 切羽湧水に対する付着性試験