

V -264 乾式、湿式、S.E.C.吹付けコンクリートの圧縮強度および静弾性係数の経時変化

清水建設（株）土木技術部 正員 高崎 英邦  
〃 研 究 所 〃 奥村 忠彦  
〃 土木技術部〇 〃 石井 卓

1. まえがき

吹付けコンクリートは、地下工事を中心に需要が急増している。しかし、従来の吹付けコンクリート工法（乾式、湿式）は品質、施工性それぞれに不満足な点が残されている。S.E.C.（Sand Enveloped with Cementの略）吹付けコンクリート工法は、新しい吹付けコンクリート工法として開発されたばかりであるから、その性能を調査する目的で、S.E.C.吹付けコンクリート工法と従来の乾式および湿式吹付けコンクリートの3工法に関して、同一の施工条件下で吹付け実験を行なって、品質、施工性、作業環境について比較検討を行なった。

本報告は、一連の比較検討実験の中から、吹付けコンクリートの若材令の品質確認を目的として行なった測定結果についてまとめたものである。

2. 実験概要

吹付けコンクリートの比較を目的として、表-1に示すように実験の要因と水準を設定した。品質、施工性の評価には、検討すべき要因は多数あるが、実験ケースをしぼり込むために、重要と思われるものに限定した。

吹付けコンクリートの施工性は機械設備によって異なる。乾式と湿式については使用実績の多い吹付け機の中から、それぞれアリバ260型、ショットクリートPC08型を選んで使用した。S.E.C.吹付けコンクリート工法はモルタル（WET系）と2次骨材（DRY系）を別系統で送り、吹付けノズル直前で合流させるシステムであるが、WET系にはショットクリートPC08型のポンプ部分を、DRY系にはアリバ260型を兼用した。ミキシングプラントには、パン型強制練りミキサ（0.5m<sup>3</sup>）を使用した。

実験に用いた配合のうち、主なものを表-2に示す。湿式では吹付け機械に習熟できなかったことが主原因で、単位セメント量およびw/cを他工法と同等にすることができなかった。

供試体は、300<sup>W</sup>×450<sup>H</sup>×150<sup>D</sup>の合板パネルをトンネル壁面に取り付けたものに、ノズル先端を約1m離れた位置に保ち、直接吹付けたものからサンプリングした。7日目までは坑内と同一養生条件（約10℃）とし、以後は標準養生とした。サンプリングは55<sup>Φ</sup>×110<sup>H</sup>のコア抜きを原則としたが、材令2日目ではコア抜きが不能であったので、土質試験供試体作製のトリマーを使って、手で成形した。

表-1 実験の要因と水準

| 要 因                          | 水 準              |
|------------------------------|------------------|
| 工 法                          | S.E.C. / 乾式 / 湿式 |
| 単位セメント量 (kg/m <sup>3</sup> ) | 320 / 350 / 380  |
| 急結剤混入率 (%)                   | 0 / 3 / 5        |
| 吹付け位置                        | トンネル側壁 / トンネル天端  |

写真-1 吹付け状況 (S.E.C.)

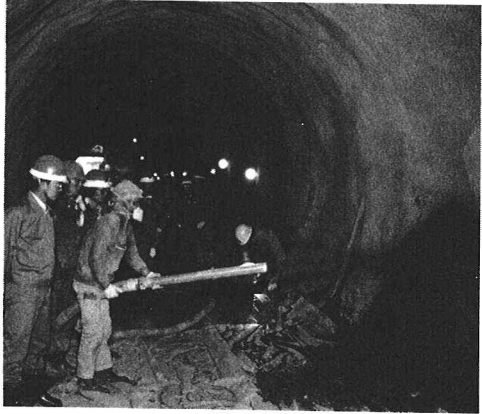


表-2 実験に用いた吹付けコンクリートの配合

|     | 単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |      |     |      |     |        | 配 合 (%) |     |     |
|-----|----------------------------|-----|------|-----|------|-----|--------|---------|-----|-----|
|     | C                          | W   | S    | G   | 急結剤  | 減水剤 | 単位容積重量 | w/c     | S/a | Q/C |
| 乾式  | 350                        | 158 | 1104 | 750 | 10.5 | —   | 2362   | 45      | 60  | 3   |
| 湿式  | 380                        | 231 | 926  | 772 | 11.4 | 2.3 | 2309   | 61      | 55  | 3   |
| SEC | 320                        | 144 | 1178 | 800 | 9.6  | 2.6 | 2442   | 45      | 60  | 3   |
|     | 350                        | 154 | 1144 | 777 | 10.5 | 2.8 | 2425   | 44      | 60  | 3   |
|     | 380                        | 163 | 1110 | 754 | 11.4 | 3.0 | 2407   | 43      | 60  | 3   |

材令2日目までは、簡易圧縮試験器で試験し、静弾性係数はタイヤルゲージによる変形量測定値から求めた。材令7日および28日については、アムスラー試験器で試験し、静弾性係数はひずみゲージによって測定した。

### 3. 圧縮強度の経時変化

圧縮強度の経時変化を図-1に示す。いずれの場合も急結剤の添加率が同等(セメント量の3%)なので、材令6時間で20 kg/cm<sup>2</sup>程度、12時間で100 kg/cm<sup>2</sup>程度の強度を測定している。湿式吹付けコンクリートは単位セメント量が多いのに対して、若材令強度が低い傾向を示しているが、これはW/Cが大きいことで説明できると考えられる。

### 4. 静弾性係数の経時変化

静弾性係数の経時変化を図-2に示す。材令6時間までの静弾性係数を比較すると、湿式吹付けコンクリートの低い値が特徴的であるが、湿式の場合は他と異なる急結剤(湿式はパウダー・ログ、乾式・S.E.C.はシグニットD)を使用していることと関係があることが推定できる。しかし、材令12時間以後は、いずれの工法でも静弾性係数に著しい差は認められない。

静弾性係数と圧縮強度の関係は、図-3に示すような相関関係を示すことができる。

### 5. あとがき

わが国では、吹付けコンクリートの強度は28日強度で判定することが一般的である。しかし、NATMにおいては、吹付けコンクリートは吹付け直後から支保メンバーとして挙動するので、設計、施工には若材令の力学特性も重要なファクターになる。

今回の実験結果より、S.E.C.吹付けコンクリートの強度特性は、若材令も含めて乾式、湿式とほぼ同等の品質を有するものと判断できる。吹付けコンクリートは配合だけでなく、ノズルマンの技量等の施工技術によっても変わるので、S.E.C.についても施工技術に習熟すれば、乾式よりもすぐれた品質を期待することもできると考えられる。

今後は、S.E.C.吹付けコンクリート工法の品質、施工性の可能性を追求するとともに、若材令の強度特性を設計、施工に反映することを探求していくことが必要と考える。

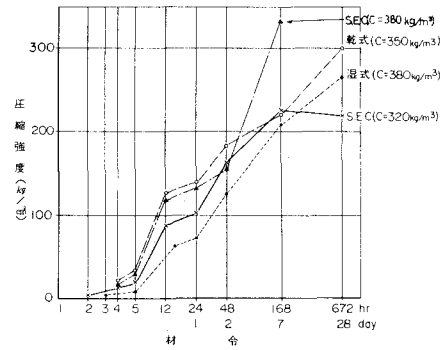


図-1 圧縮強度の経時変化

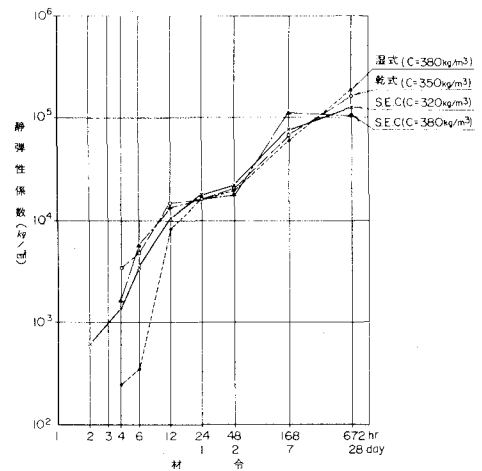


図-2 静弾性係数の経時変化

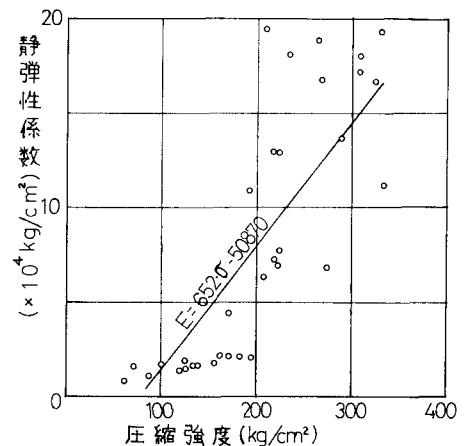


図-3 静弾性係数と圧縮強度の関係