

## 若材齢コンクリートの圧縮強度推定方法に関する検討

佐藤工業（株） 正会員 ○北川 真也<sup>\*1</sup>  
 佐藤工業（株） 正会員 鍋谷 雅司<sup>\*1</sup>  
 佐藤工業（株） 正会員 宇野洋志城<sup>\*2</sup>  
 佐藤工業（株） 正会員 歌川 紀之<sup>\*2</sup>

## 1. はじめに

コンクリート構造物の脱型を行う場合、その時期に関してはコンクリートの強度、構造物の種類や重要度、部材の種類や大きさなどを考慮して、コンクリートの圧縮強度の参考値が示されている<sup>1)</sup>。

一方、NATM 工法による山岳トンネルの二次覆工コンクリートの場合は材齢 1 日以内の若材齢で脱型が行われ、脱型強度は圧縮強度で  $2.0 \sim 3.0 \text{ N/mm}^2$  程度に達すれば安全であると判断している場合が多い<sup>2)</sup>。しかしながら、脱型時の強度確認については現場養生された管理供試体による圧縮強度試験結果に拠る場合はあっても、現位置で直接的に測定している例はない。

そこで、筆者らは二次覆工コンクリートの脱型強度を現位置で直接的に測定する方法の提案を目指す前段階として、若材齢コンクリートの強度推定方法に関する検討を行った。

本報告は、若材齢コンクリートの強度推定における貫入方式と超音波方式とテストハンマー方式の可能性を検討した結果について述べるものである。

## 2. 強度推定方法

目標とする強度推定の領域は、二次覆工コンクリートの脱型強度の実績から判断して最大  $5 \text{ N/mm}^2$  とした。

これまでの若材齢コンクリートあるいは低強度コンクリートの強度推定に関する研究<sup>3)~5)</sup>を参考に、①貫入方式、②超音波方式、③低強度テストハンマー方式による方法について推定精度を検証した。

各方式による強度推定方法を以下に示す。

表-1 配合表

| Gmax<br>(mm) | スランプ<br>(cm) | W/C<br>(%) | s/a<br>(%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |      |     |     |      |
|--------------|--------------|------------|------------|--------------------------|------|-----|-----|------|
|              |              |            |            | 水                        | セメント | 細骨材 | 粗骨材 | 混和剤  |
| 20           | 15           | 60.0       | 49.5       | 171                      | 285  | 876 | 908 | 3.42 |
| 20           | 15           | 50.0       | 47.5       | 170                      | 342  | 817 | 919 | 4.10 |

セメント：高炉セメント B 種 密度  $3.04 \text{ g/cm}^3$

細骨材：厚木市飯山華嚴産砕砂、表乾密度  $2.56 \text{ g/cm}^3$ 、粗粒率 2.90

粗骨材：厚木市飯山華嚴産砕石、表乾密度  $2.61 \text{ g/cm}^3$ 、粗粒率 6.77

混和剤：AE 減水剤、主成分はリグニンスルホン酸化合物とポリオール複合体

① 貫入方式：既往の研究成果<sup>3)</sup>をもとに改良型の貫入装置を使用してコンクリート表面に対して垂直に装置先端部を貫入し(載荷力 500N)、表面に残る貫入径を測定して圧縮強度との関係式(回帰式)から強度推定する。

② 超音波方式：市販の超音波測定器を使用してコンクリート表面から弾性波を入力(100kHz)し、コンクリート中を伝搬する弾性波速度を測定して圧縮強度との関係式(回帰式)から強度推定する。ただし、コンクリート中に埋設する覆工厚さ管理用の検測ピンをターゲットとした反射法がメイン(現位置で直接的に測定できる)であり、補助的に供試体を対象とした透過法も検証する。

③ 低強度テストハンマー方式：低強度用のリバウンドハンマー(NR 型)を使用して直接コンクリート表面を叩き、反発度を測定して圧縮強度との関係式(回帰式)から強度推定する。

強度推定対象に用いたコンクリート配合を表-1に示す。

キーワード 若材齢コンクリート、強度推定、貫入、超音波、テストハンマー

連絡先 \*1 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-19 TEL : 03-3661-4794 FAX : 03-3668-9484

\*2 〒243-0123 神奈川県厚木市森の里青山 14-10 TEL : 046-270-3091 FAX : 046-270-3093

### 3. 検証結果の比較

各方式による強度推定結果を図-1～図-3に示す。通常の二次覆工コンクリートでは粗骨材の最大寸法は40mmであるのに対して、今回使用したコンクリートの粗骨材の最大寸法は20mmであるという違いはあるが、圧縮強度 $5\text{N/mm}^2$ 程度までの領域では3方式ともそれぞれのパラメータと圧縮強度との間に強い相関関係が認められた。

ただし、超音波方式の反射法に関しては強い相関が得られず、高い推定精度が得られたのは供試体を対象とした透過法のみである。また、低強度用テストハンマー方式に関しては、使用実績のある装置ではあるものの、低強度と若材齢は異なる事象であり、装置本来の使用マニュアルを逸脱する用途であった。その結果、測定した反発度は通常の数値よりも大きくて装置付属の回帰式は適合せず、装置の適正な使用方法ではないと考えられた。

よって、二次覆工コンクリートの脱型強度を現位置で直接的に測定するという最終目的を満足するためには、貫入方式による若材齢コンクリートの強度推定方法が最も実現する可能性の高い方法であると判断した。

### 4. おわりに

今回の結果を受け、追加して行った貫入方式による強度推定方法に関する検討<sup>6)</sup>ならびに二次覆工コンクリートの脱型時強度判定方法の提案<sup>7)</sup>に関しては、別途報告する予定である。

### 参考文献

- 1) 土木学会：2007年制定コンクリート標準示方書〔施工編〕
- 2) 土木学会：トンネルコンクリート施工指針（案），コンクリートライブラリー102，2000.7
- 3) 宇野洋志城，弘中義昭：若材齢コンクリートの強度推定法，コンクリート工学年次論文報告集 12-1，pp.225-230，1990.6
- 4) 谷川恭雄，木股典良，西川奈津子，山根政夫：各種非破壊試験方法による低強度コンクリートの強度推定に関する研究，セメントコンクリート論文集，Vol.61，pp.154-159，2008.2
- 5) 高取秀和，川崎元，鈴木昌次，綾野克紀：PT型シュミットハンマーを用いたトンネル覆工コンクリートの脱枠時強度の推定方法，土木学会第63回年次学術講演会，VI-303，pp.605-606，2008.9
- 6) 京免継彦，小泉直人，本馬幸治，宇野洋志城：貫入方式による圧縮強度推定方法に関する検討，土木学会第64回年次学術講演会，（VI部門投稿中），2009.9
- 7) 小泉直人，桑原嗣，宇野洋志城，歌川紀之：二次覆工コンクリートの脱型時強度判定方法に関する検討，土木学会第64回年次学術講演会，（VI部門投稿中），2009.9

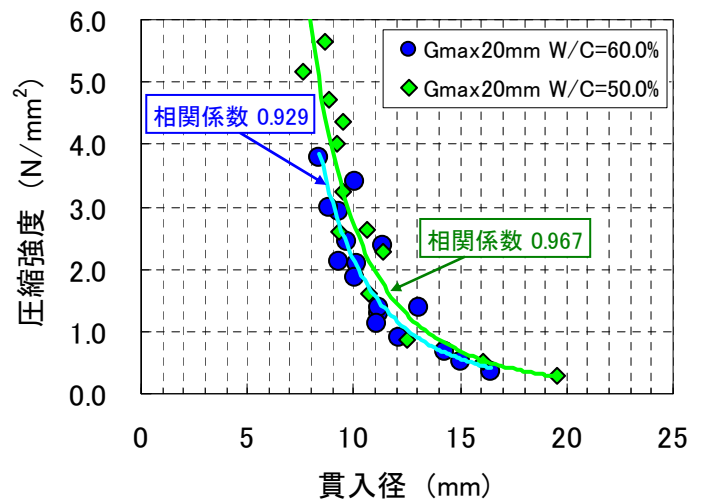


図-1 貫入径と圧縮強度との関係

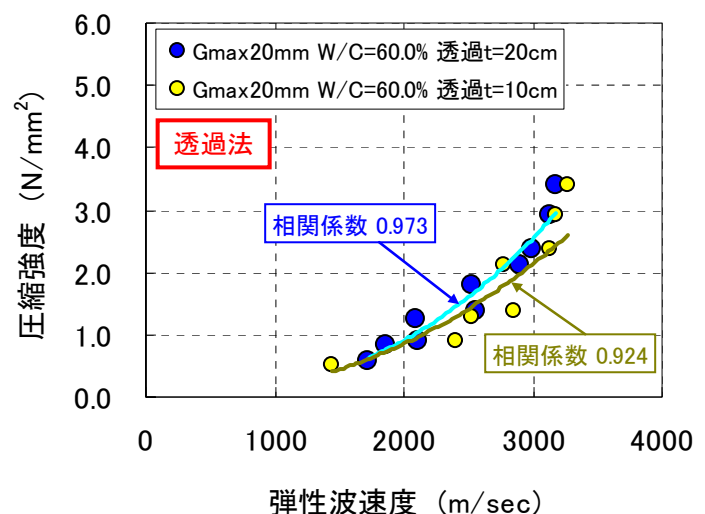


図-2 弾性波速度と圧縮強度との関係（透過法）

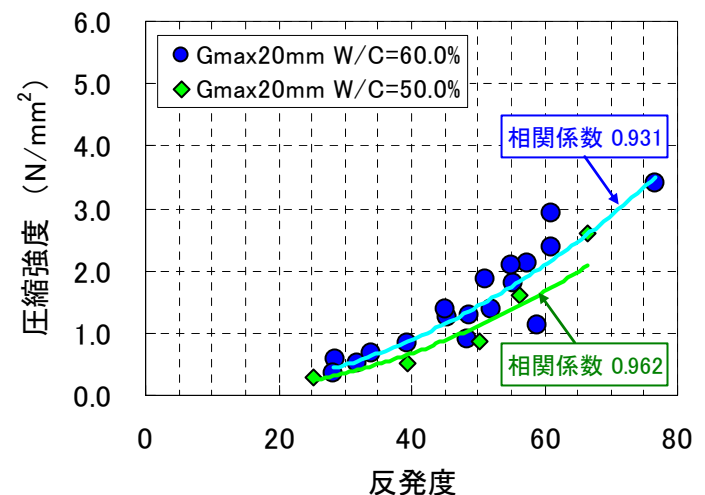


図-3 反発度と圧縮強度との関係