

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

大本組	正会員	○高取	秀和
大本組		川崎	元
大本組	正会員	鈴木	昌次
岡山大学	正会員	綾野	克紀

1. まえがき

従来、山岳トンネルにおける覆工コンクリートの支保工ジャッキダウンの可否は、必要養生時間の経過により判断していた場合が多い。この場合、実際には異なる養生履歴によって硬化したコンクリートの推定強度から脱型時間を定めていることになり、実際に打設した覆工コンクリートの脱型時の強度は不明である。

このような背景から著者らは、覆工コンクリートの現場強度推定方法として、簡易かつ非破壊試験である PT 型シュミットハンマーの反発度を強度指標に選び、セントルのクラウン妻部での強度確認方法を試行中である。このテストハンマーは $0.2 \sim 5 \text{ N/mm}^2$ 程度の低強度コンクリートの反発度を測定するために使用される試験器具であるので、試験対象の配合強度や、1 日未満の超若材齢状態であることを考えあわせると、試験器に備えつけの反発度－強度関係図は利用できないと考えられた。そこで、実際の配合や養生時間でキャリブレーションをやり直す必要があった。ここでは、若材齢時の強度推定式を求めるための一試案を紹介する。

2. 実験に使用した供試体形状

シュミット・テストハンマーの反発度は対象供試体の寸法や境界条件に影響を受ける。そこで寸法効果や境界条件が無視できると考えられる最小の反発度測定用供試体を作製し、固定して試験に供した。既往研究¹⁾のようにこの供試体をそのまま圧縮試験に用いるためには特殊な大型圧縮試験装置が必要であることから、圧縮試験用供試体は円柱形のものを別途作製することにし、最大骨材寸法により直径 12.5cm もしくは 10.0cm の選択をおこなった。

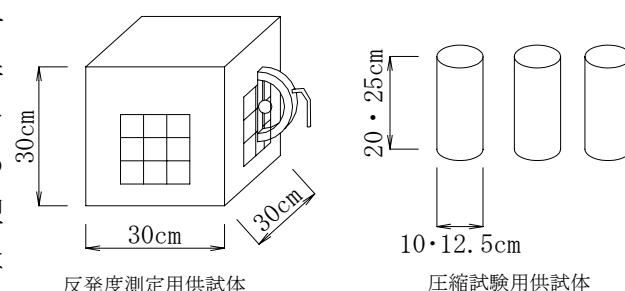


図1 キャリブレーション用供試体概略図

3. 積算温度と強度および反発度の関係

反発度測定用供試体と圧縮強度測定用供試体は体積に差があるため、同一の温度で養生をおこなっても内部温度に差が生じる。よって、サイズの異なる供試体の反発度と圧縮強度をいかに簡便な手法で関連づけるかが課題となった。その方策として、著者らが考案した積算温度を仲介軸として導入する方法を説明する。

図2に積算温度を仲介軸として反発度と圧縮強度の関係を求める手順の概念図を示す。図中①は、反発度測定時の立方供試体と圧縮強度測定時の円柱供試体の積算温度をそろえた場合を表している。この場合、両者の関係は1回の回帰計算によって推定が可能である。次に図中②は、試験時の両者の積算温度が一致していなかった場合を表している。この場合でも、積算温度と反発度もしくは圧縮強度の関係を求めることにより、両者の関係は2回の回帰計算によって間接的に求めることが可能である。

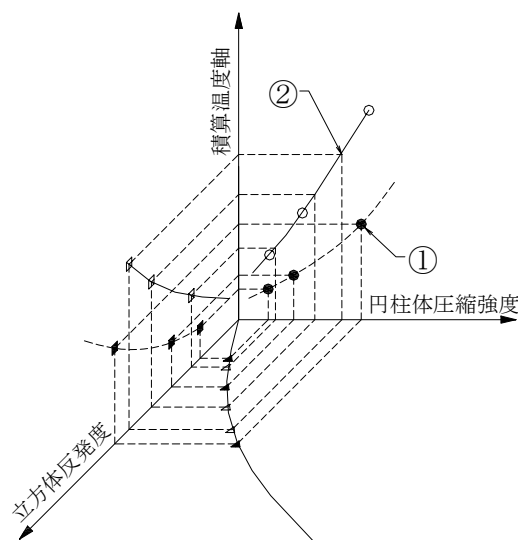


図2 積算温度仲介軸概念図

キーワード 山岳トンネル, 覆工コンクリート, 脱型, シュミットハンマー, 積算温度

連絡先 〒700-8550 岡山市内山下1-1-13 (株)大本組 技術部 TEL086-225-5131

積算温度と圧縮強度の関係は配合条件やバッチごとの計量誤差によって変わり、一義的でない。また、積算温度と反発度の関係も同様である。しかし、反発度と圧縮強度の関係は配合条件やバッチに左右されない可能性が高い。このことを表現するため図2において積算温度と反発度および積算温度と圧縮強度の関係は複数の曲線で描いているが、反発度と圧縮強度の関係は1本の曲線で描いている。

図3および図4に、室内試験で求めた反発度測定用供試体の積算温度と反発度および、円柱供試体の積算温度と圧縮強度関係の一例を示す。これらの図から、積算温度と反発度、積算温度と圧縮強度の間には良好な相関の存在が確認できる。

よって、同一バッチの生コンクリートから両供試体を作製した後、それぞれの温度を測定しておき、異なる内部温度履歴をたどった異種供試体の反発度と圧縮強度は積算温度を仲介させて関連付けをおこなっても問題ないことが分かる。

なお、当該供試体は生コンクリート打設後1日に満たない超若材齢状態であることから、ここで用いた「積算温度」とは、10分おきに測定した供試体温度 t_i (°C) と、測定間隔 10(min) を乗算したものを積み上げた $\sum 10 \cdot t_i$ (°C・min) を表している。

図5に積算温度を仲介役として求めた圧縮強さと反発度の関係を示す。これらは3種類の異なる配合と2つの異なる養生温度で求めたデータを元に描いたグラフであるが、ほぼ1つの回帰曲線で表せることがうかがえる。しかし、現段階ではデータ蓄積が不十分であるため、現場の配合種別ごとにキャリブレーションを行い、反発度と圧縮強度の関係式を求めて管理に用いている。当該キャリブレーション方法は、2回の回帰計算を要するが、異種供試体の試験時の積算温度をそろえたり、同一の内部温度履歴を与えたりする手法よりも容易に実施可能である。

4. 普遍的キャリブレーションカーブの確立

今回の試験データは全て高炉セメントを使用した配合のコンクリートを対象としたものである。よって、少なくとも同一セメントを使用した配合のコンクリートでは反発度と圧縮強さの関係を統一できる可能性が高い。筆者らはキャリブレーション方法の確立とともに、今後とも様々な配合のデータを蓄積して行き、普遍的な換算式を求めたいと考えている。

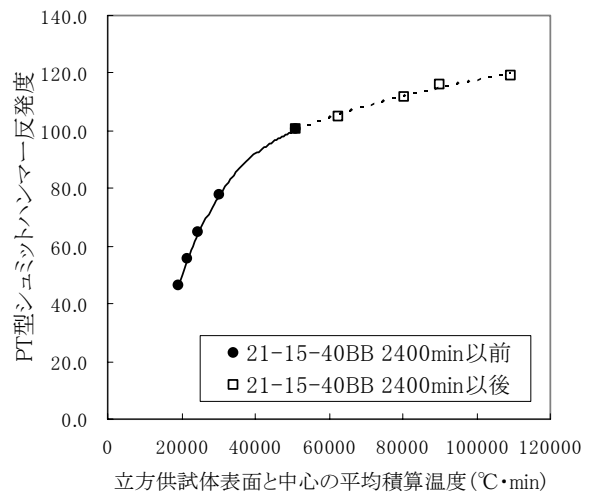


図3 積算温度と反発度の関係の一例

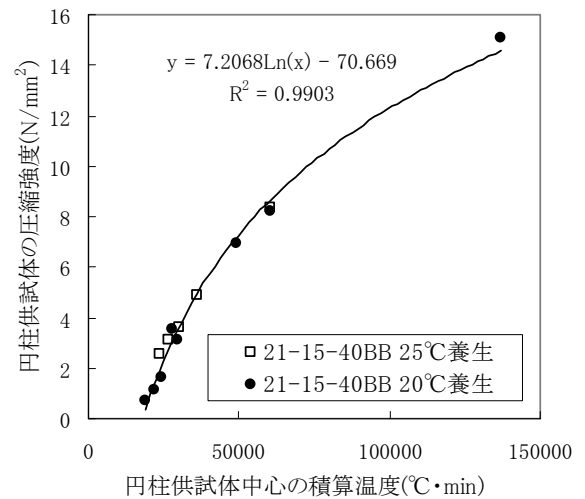


図4 積算温度と圧縮強度の関係の一例

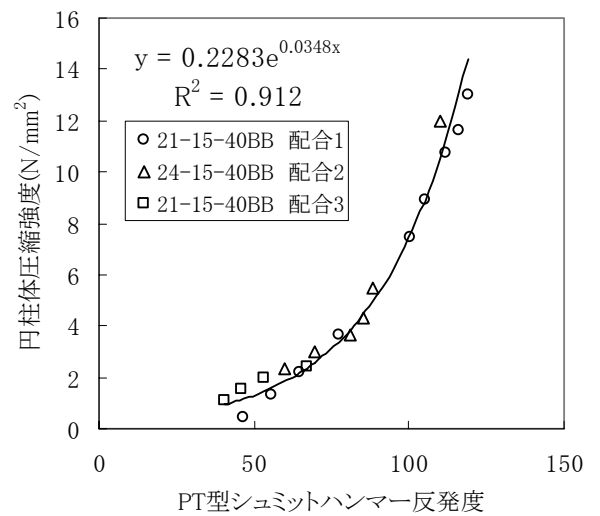


図5 反発度と圧縮強度の関係(高炉セメント)

【参考文献】

- 1) 坂・六車・岡田・奥島・小阪・明石・Dr. S. Ban and others : P 型シュミット・ハンマーによるコンクリートの圧縮強度判定(1965) (日本材料学会第14期総会学術講演)