

VI-124

圧着コンクリート覆工法における脱型時期の判定手法について

戸田建設(株) 正会員 内藤 将史

戸田建設(株) 正会員 岡村 光政

戸田建設(株) 正会員 関根 一郎

1. まえがき

圧着コンクリート覆工法（T-N T L工法）は、粉塵等の問題点を有するN A T Mの吹付コンクリート工法に代わる一次覆工の構築システムとして開発を進めているもので、トンネル切羽に自走式・折畳み自在な圧着型枠を設置して急硬性コンクリートを打設した後、直ちに覆工コンクリートを地山に圧着させることを特徴としている¹⁾。当工法ではセントル型枠方式を採用しているため、型枠脱型の可否を判定するシステムとして、覆工コンクリートの強度を非破壊で且つ容易に測定できる手法を確立することがシステム開発上重要なことである。

本報文は、覆工コンクリートの強度を非破壊で推定する手法として、各種非破壊試験²⁾の中から積算温度法に着目して基礎実験を行い、その適用性を検討した結果について報告するものである。

2. 実験方法

2. 1 コンクリートの配合

急硬性コンクリートの基本配合を表-1に示すように、 $W/C=57\%$ 、セメント量 $=350\text{kg}/\text{m}^3$ 、急硬材の添加率（内割） $=15\%$ とした。温度条件は表-2に示すように、 5 、 20 、 30°C として凝結調整剤（以下セッターと呼ぶ）を変化させて実験を行った。

表-1 コンクリートの基本配合

単 位 量 (kg/m ³)					備 考			
ベースコンクリート								急硬材スラリー
W ₁	C	S	G	WR	W ₂	RH	ST ¹⁾	・W=W ₁ +W ₂ W/(C+RH) = 0.57 ・S/a= 0.52
160	297	867	831	0.74	29	53	3.5	

・WR:AE減水剤、RH:急硬材、ST:凝結調整剤（セッター）
1) 添加率(%) $=ST/(C+RH)*100$ 、表中値は1.0%の例

2. 2 測定方法

混練り後の急硬性コンクリートをC C（銅・コンスタンタン）タイプの熱電対を配置した木製型枠（ $20 \times 20 \times 20\text{cm}$ ）に採取し、室内温度と共にコンクリートの温度経時変化を測定した。尚、供試体上面は室内温度の影響を考慮するため、密封せずに気乾露出状態とした。また、強度については、 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の円柱供試体を作成して圧縮強度試験を行った。

表-2 実験条件

実験 No	温度 ($^\circ\text{C}$)	湿度 (%)	セッター添加率 (%)
1	5	85	0.2 ~ 0.8
2	20	85	0.5 ~ 1.8
3	30	80	1.4 ~ 2.4

3. 積算温度の算定

本実験における積算温度 M の算定には次式を用いた。

$$M = \sum \{ (T_i - T_{o,i}) \cdot \Delta t \}$$

ここに、 $T_i \cdot T_{o,i}$ は、それぞれデータサンプリング i 回時のコンクリート温度および室内温度である。 Δt は、サンプリング間隔で今回は2分とした。

4. 実験結果および考察

図-1は温度 $=20^\circ\text{C}$ 、セッター添加率 $=0.8\%$ の供試体において、熱電対の設置深度別の温度変化を示したものである。数分の可使時間の後、温度は急激に上昇し、中心温度：Aでは約60分で最大 32°C に達する。そ

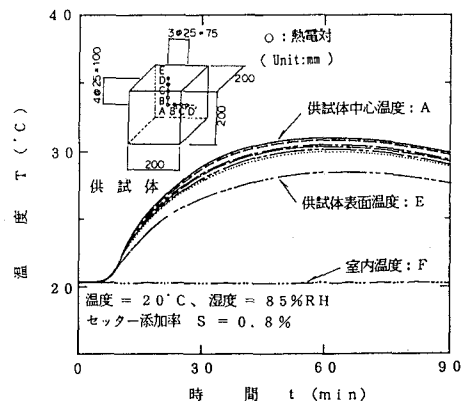


図-1 供試体の温度変化

の後は緩やかな曲線を描いて下降する。熱電対の設置深度別では、同様な曲線が得られるが表面に近いほど、外気温の影響で中心温度に比較して小さい値となる。

表面温度：Eでは、室内温度を基準とすると中心温度に比較して最大で約30%ほど小さいため、コンクリートの水和熱による温度上昇を正確に反映していないが、実際の圧着型枠では、温度センサーを型枠面に取り付けコンクリートの表面温度を用いることを勘案して、以下の積算温度Mの算定には、表面温度：Eを用いて整理することとした。

図-2は、温度20°Cの場合の積算温度と圧縮強度の関係を示したものである。材令では約90分までに相当する。若干のバラツキがあるものの、回帰分析を行った結果、相関係数は0.938となり、明らかに両者間に高い相関が認められる。

温度条件5°Cの結果を示したものが、図-3である。20°Cの場合と同様に、積算温度と圧縮強度の間には高い相関関係($r^2=0.931$)が成立している。回帰係数の違いはコンクリートの硬化速度に起因するもので、同量の積算温度に対して低温ほどコンクリートの強度発現が低下する傾向にあるためと思われる。

図-4は30°Cの結果である。前述した5、20°Cと比較してバラツキが大きい結果となっている。これは、30°Cの場合添加するセッター量が多くなるが、このセッターには、単に可使時間を制御するだけでなく、コンクリートの硬化速度に影響を与える性質があるためであると思われる。

5. あとがき

若材令の急硬性コンクリートに積算温度法を適用し、5、20°Cの条件においては積算温度と圧縮強度の関係には高い相関性があり、且つ単純な線形回帰式で表されることが明らかになった。

今後は、データの集積、特に脱型時の設定要求強度2kgf/cm²以下の強度範囲においても同様な線形関係が成立することを確認し、脱型時期判定システムの確立を図っていく所存である。

(参考文献)

- 1)「圧着コンクリート覆工法の開発」土木学会、地下利用シンポジウム 1990、p.79、1990年12月
- 2)「コンクリートの圧縮強度の非破壊試験方法」日本非破壊検査協会、非破壊検査 第34巻第10号、p.718~725、1985年10月

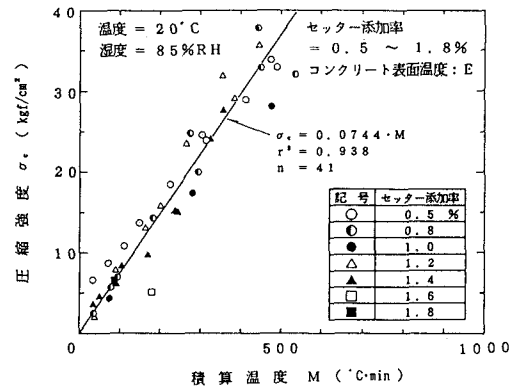


図-2 積算温度と圧縮強度の関係 (20°C)

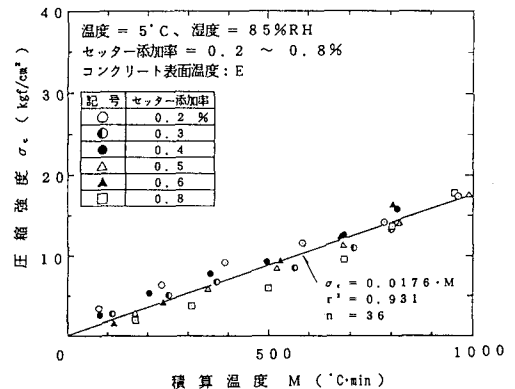


図-3 積算温度と圧縮強度の関係 (5°C)

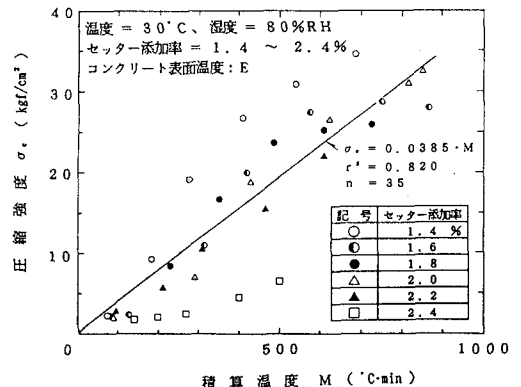


図-4 積算温度と圧縮強度の関係 (30°C)