

日本国土用発効技術研究所 正会員 竹下 裕之
 日本国土用発効技術研究所 正会員 浅沼 潔
 日本国土用発効技術研究所 正会員 横田 季彦

1. まえがき

コンクリートの凝結時間を任意に調整することを可能にした超遅延剤は、コールドジョイントの防止、スランブ低下の抑制、打継目の一体化あるいはスリップフォーム工法の打継目処理などに広く利用されている混和剤である。また、筆者らは、先に、この超遅延剤を添加したコンクリートを打継目に打設し、外部拘束応力を抑制する方法について報告を行った¹⁾。これらの利用方法においては、適切な超遅延剤添加量の決定が重要な問題となるが、その初期圧縮強度特性に関しては未解明な点も少なくない。本研究は、このような観点から、超遅延剤を添加したコンクリートの初期圧縮強度の推定法を検討することを目的として、養生温度、超遅延剤の添加量を種々変化させて検討を行ったものである。

表-1 配合表

水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/A (%)	単位量 (kg/m ³)					
		水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 AE減水剤 0.592	凝結遅延剤 1.776
49.4	40.3	146	296	757	1114	0.592	1.776

ことを目的として、養生温度、超遅延剤の添加量を種々変化させて検討を行ったものである。

2. 実験概要

使用材料は、普通ポルトランドセメント、川砂利(最大寸法25mm、比重2.59、F_M6.59)、川砂(比重2.60、F_M2.67)で、混和剤は、オキシカルボン酸塩系の超遅延剤と、同系のAE減水剤を用いた。配合は表-1に示すもので、超遅延剤の添加量は、0, 0.3, 0.5, 0.6%の4ケースとした。また、供試は、10, 20, 30, 40℃の4種類の温度で、試験時まで気中養生を行い、JIS A 1108に準じて圧縮強度試験を行った。

3. 結果および考察

図-1に、10℃と30℃の試験結果を示す。図から、養生温度によって強度発現は大きく異なることが分かる。笠井氏は、養生温度の異なる試験値に対し、次式に示す仮想養生温度を用いて初期強度を推定する方法を報告している²⁾。

$$F_c = 0.01 \cdot f_c \cdot F_{1440} \quad \text{-----(1)}$$

$$f_c = a [T^n] = a \left[T \cdot \left(\frac{T - 20}{m} \right) \right] \quad \text{-----(2)}$$

ここに、 F_c : コンクリートの初期圧縮強度 (kgf/cm²)

F_{1440} : 1440℃T (20℃, 3日)における圧縮強度 (kgf/cm²)

f_c : 圧縮強度百分率 (%)

T : 加水後の経過時間 (h)

20° : 仮想養生温度 (°C)

m : 平均養生温度 (°C)

n : 定数 $\begin{cases} 0^\circ < T < 20^\circ & n=5 \\ 20^\circ \leq T \leq 40^\circ & n=2 \end{cases}$

a : 実験係数

図-2は、式(2)から求めた T^n と圧縮強度との関係を示したものである。図に示されるように、超遅延剤を添加した場合は養生温度による試験値のずれが大きく、その傾向は添加量が増加すると顕

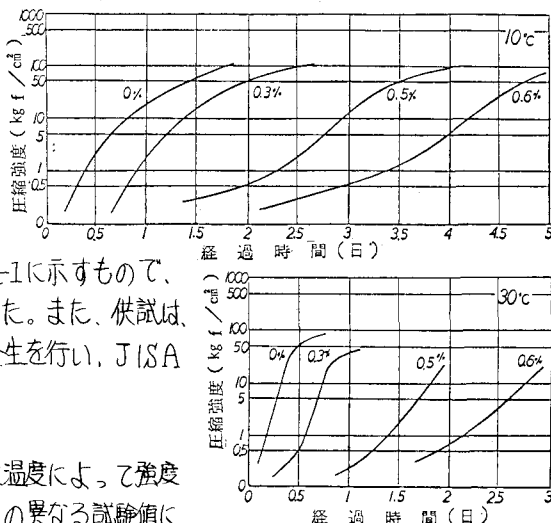


図-1 圧縮強度の経時変化

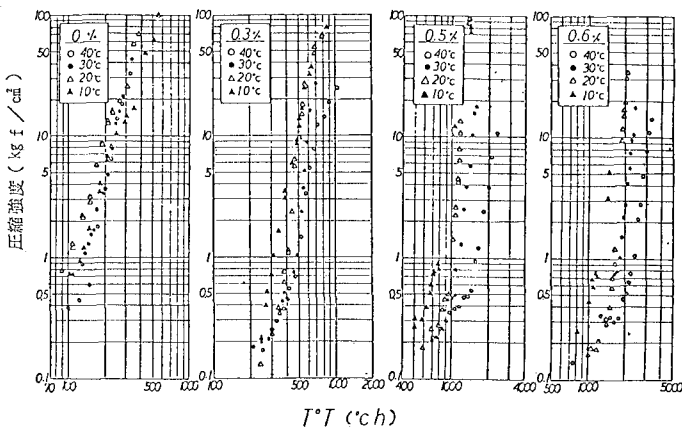


図-2 圧縮強度と T^n との関係

著になっている。このため、式(4)の仮想養生温度の項の変換について種々検討を行った結果、超遅延剤を添加したコンクリートに対しては、次式により仮想養生温度を求めるのが適切であることが分った。

$$T' = \left(T + \frac{20 - T}{2} \right) \quad \text{----- (3)}$$

ここに、 T' : 超遅延剤を添加した場合の仮想養生温度(°C)
 T : 平均養生温度(°C)

また、超遅延剤を添加したコンクリートの強度管理において、問題となる圧縮強度の範囲が0.5~10kg/cm²であること、通常コンクリートの材令1日の圧縮強度が70~100kg/cm²程度と考えられること、また、推定式の性質上、利便性のあるものでなければならぬことなどを考慮し、圧縮強度を推定する際の基準強度を、笠井氏の F_{440} に対し、 $\bar{O}_{480}$ (20°C材令1日の圧縮強度)とした。図-3に、 $\bar{O}_{480}$ に対する圧縮強度百分率 f_c と $T'T'$ との関係を示す。同図から、 $f_c=0.5\sim20\%$ の範囲において、 $f_c \sim T'T'$ 間に比較的直線関係が認められる。 $\bar{O}_{480}=100\text{kg/cm}^2$ とすると、この区間は、 $\bar{O}_c=0.5\sim20\text{kg/cm}^2$ の範囲となり、この区間について近似式を求め、推定式の検討を行うのが妥当であると考えられる。図-3から求めた各添加量に対する近似式は一般に次式で与えられる。

$$\text{Log } f_c = A \cdot (\text{Log } T'T') + B \quad \text{----- (4)}$$

$$f_c = a \cdot [T'T']^n \quad \text{----- (5)}$$

ここに、 $a = 10^B$
 $n = A$

各添加量に対する係数 n および a の対数値を表-2に示す。これらの数値は、図-4、図-5に示されるように、超遅延剤の添加量の関数として整理することができる。従って、超遅延剤を $P\%$ 添加した場合、初期圧縮強度は次式で示される。

$$\bar{O}_c = 0.01 \cdot f_c \cdot \bar{O}_{480}$$

$$= 0.01 \cdot 10^{-22.4P - 28.84P - 9.26} \cdot \left\{ T' \cdot \left(T + \frac{20 - T}{2} \right) \right\}^{11.08P + 4.48} \cdot \bar{O}_{480} \quad \text{----- (6)}$$

ここに、 $\bar{O}_c$: コンクリートの初期圧縮強度(kg/cm²)
 f_c : 圧縮強度百分率(%)
 P : 超遅延剤の添加量(%)
 T : 加水後の経過時間(h)
 T' : 平均養生温度(°C)
 $\bar{O}_{480}$: 無添加時、20°C養生、材令1日の圧縮強度(kg/cm²)

図-6に、本推定式と試験値との比較を示す。同図に示されるように、今回対象としている $\bar{O}_c=0.5\sim10\text{kg/cm}^2$ の範囲において、推定式は試験値に対し、良い近似を示している。このため、今回、提唱した推定式を用いて、超遅延剤を添加したコンクリートの初期圧縮強度を推定することができるものと考えられる。

4. あとがき

超遅延剤を添加したコンクリートの初期強度特性は、その種類によって異なるものと考えられる。このため、本推定式の適用範囲がオキシカルボン酸塩系のものを用いた場合であることに留意する必要がある。

<参考文献> 1) 竹下、浅沼、横田; 凝結遅延性コンクリートを用いた打設工法; 第6回コンクリート工学年次講演会論文集, 1984年5月。
 2) 笠井芳夫; コンクリートの初期強度推定法; 日本建築学会論文報告集, 1967年

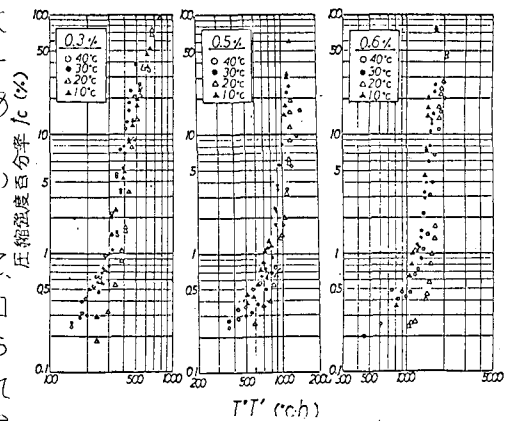


図-3 圧縮強度百分率 f_c と $T'T'$ との関係

表-2 係数 n , $\text{Log } a$

$P(\%)$	n	$\text{Log } a$
0	4.43	-9.28
0.3	7.90	-19.82
0.5	10.02	-29.47
0.6	11.08	-34.52

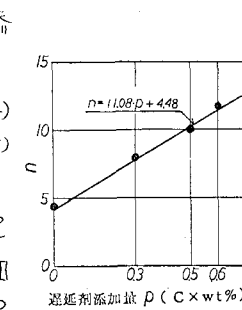


図-4 超遅延剤添加量 P と n の関係

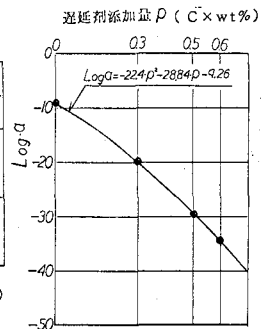


図-5 超遅延剤添加量 P と $\text{Log } a$ の関係

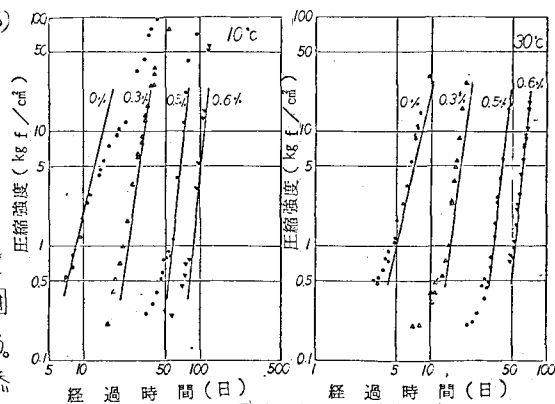


図-6 推定式と試験値との関係