

# 促進養生法を用いたコンクリートの 強度に関する研究

山 本 英 一

## An Experimental Study on Concrete Strength Using Accelerated Curing Method

Eiichi YAMAMOTO

This research studies the relation between the four week age strength and the compressed strength brought about by Accelerated Curing Method.

### I は じ め に

今日建設産業界における施工技術の進歩はきわめて目覚しく、規模及び質に関して優れた施工効果を上げている。

とくに工期に関する技術の革新は、各工事工程における省力化につながり、従来の工期に比して格段の工期短縮が可能となった。又コンクリート産業界においても技術向上への研鑽の結果、コンクリートのもつ宿命的欠陥であるバラツキも、品質管理機構が定着された今日ではその懸念は無くなったとさえいえる。

しかしコンクリートはその硬化の過程において、未だに解決されない幾つかの問題点を抱えている。それはコンクリートの強度を中心とした問題である。即ち、所要の強度発現に要する時間の長さと、環境状態とくに温度と湿潤状態が品質の物理的性状を大きく左右するという点である。いかに厳しく管理された生コンクリートであっても、打設後の環境状態や条件の如何では必要とする強度が望めない場合も生ずるのである。その様に外的による問題と、コンクリート自身がもつ内的要因、即ち強度発現に要する時間の問題である。これらの問題が構造物の構築等において大きな障壁となっている。

とくに設計強度、材令28日強度のもつ意味は施工現場においていささか薄く、説得力もないといつてよい。材令28日強度はあくまでも設計上の指標であって、現在の施工管理上の指標としては余り意味をなさず、又、その妥当性もないといえる。したがって施工管理における強度は、管理上、構造上に効力をもつ尺度でなければならないと考えられ、それは最少の強度単位、即ち初期強度の定尺化である。この初期強度が設計強度の線上にあり、しかも1週間後、2週間後の強度判定の指標ともなれば、その妥当性と必要性は必然的に生ずるものと考えられる。

このような点において、今回普通コンクリートの初期強度と材令28日強度との関係を、促進養生法による実験を通して考察するものである。促進養生法は、温度と強度との関係を積算温度として表現しているところに特徴がある。この方式では狭い範囲での利用でしか認められないという指摘もあるが、初期強度の発現性を認識し、かつ様々な条件下における定量化の基礎ともなれば目的は達せられるのである。

本報告では、150℃で固定した電気乾燥器による3時間の促進養生法と、50℃の温水による24時間の促進養生法を適用し、これから得られる早期強度の妥当性について述べるものである。

## II 実 験

### (1) 概要

前述の如く、コンクリートの初期強度の効力性を考えるとき、材令24時間までの強度が重要な意味をもつものと認識するものである。したがって本実験では、電気乾燥器による3時間の促進養生と、24時間の温水による促進養生を行う。この2方法から得られる初期強度を圧縮試験によって明確にし、その結果を考察するものである。以下詳細について述べる。

### (2) 実験材料

- a) セメント 普通ポルトランドセメント
- b) 骨 材 川砂利 20ミリ以下  
川砂
- c) 減 水 剤 リグラック G (福井化学工業製)
- d) 用 水 福井市水道

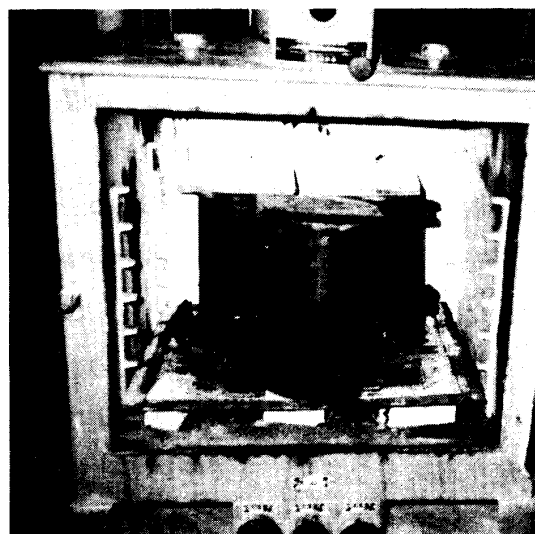
### (3) 主なる実験装置及び機器

- a) 電気乾燥器 最大 200℃
- b) 恒温水循環装置 55℃～5℃
- c) 100 t 万能試験機
- d) ミキサー 強制攪拌式

### (4) 供試体

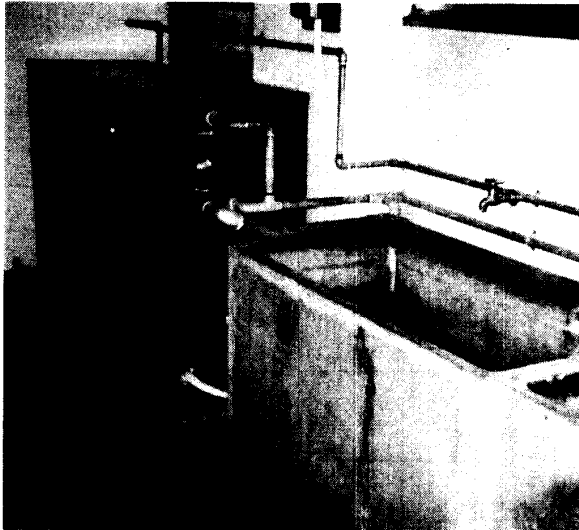
供試体は  $\phi 10 \times 20$  円柱形とし、水セメン比、 $W/C=35\%, 40\%, 45\%, 50\%, 60\%$  の5シリーズとした。1シリーズは計12本で次の通りである。

電気乾燥器による3時間促進養生	3本
温水による24時間促進養生	3本

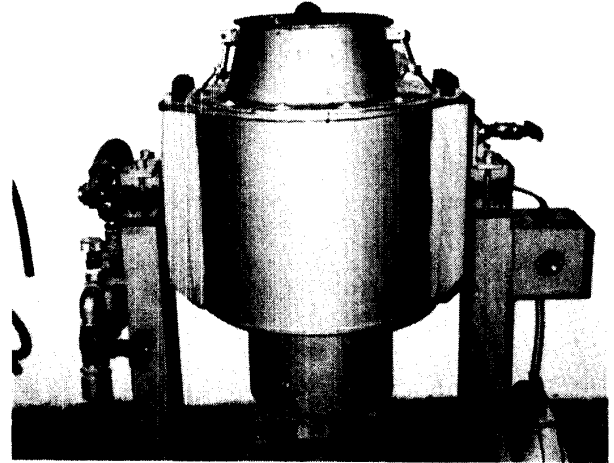


電気乾燥器

7日の標準養生（水中） 3本  
 28日の標準養生（水中） 3本  
 以上 12本×5シリーズ=60本



恒温水循環装置



オムニミキサー

#### (5) 調合

調合は表一1の通りであるが、単位セメント量を一定にしたのは、単に結合剤としてのセメントペーストの濃度差を単純化したに過ぎない。

#### (6) 実験方法

本実験では、各シリーズ12本を同一サンプルから採取し、前置き1時間を行なった後、図一1～2の如く各促進養生器に投入し、以後のプロセスにしたがって試験を行なった。又標準養生7日、28日の場合は図一3～4の如き手順に従った。

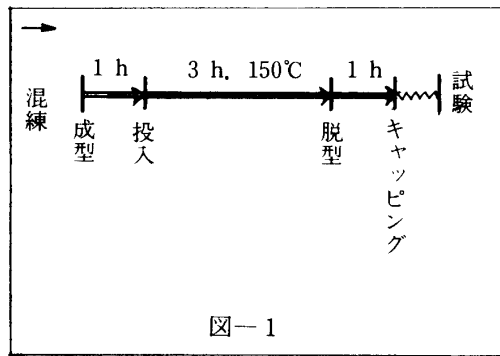
供試体は図一5の如く、奥2本前1本の立て置きとし、頭部に蓋をした。養生温度は150℃に固定した。

標準養生は7日、28日の両供試体共、脱型後図一6に示した25℃の水槽にて養生を行なった。

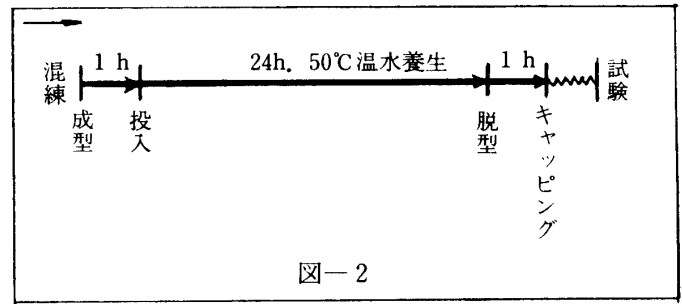
表一1 調合表

W/C%	C/W	W kg/m <sup>3</sup>	C kg/m <sup>3</sup>	S kg/cm <sup>3</sup>	G kg/m <sup>3</sup>	s/a	減水剤 %
35	2.86	105	300	832	1,282	0.40	3.0
40	2.50	120	300	836	1,227	0.41	2.0
45	2.22	135	300	840	1,185	0.42	1.5
50	2.00	150	300	824	1,161	0.42	1.5
60	1.67	180	300	793	1,113	0.42	

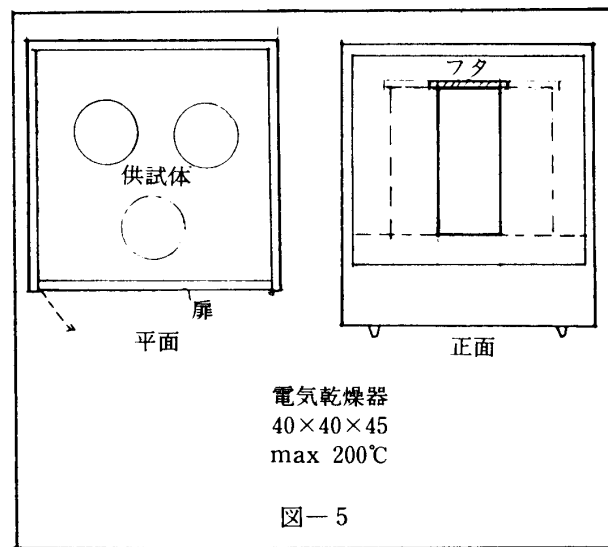
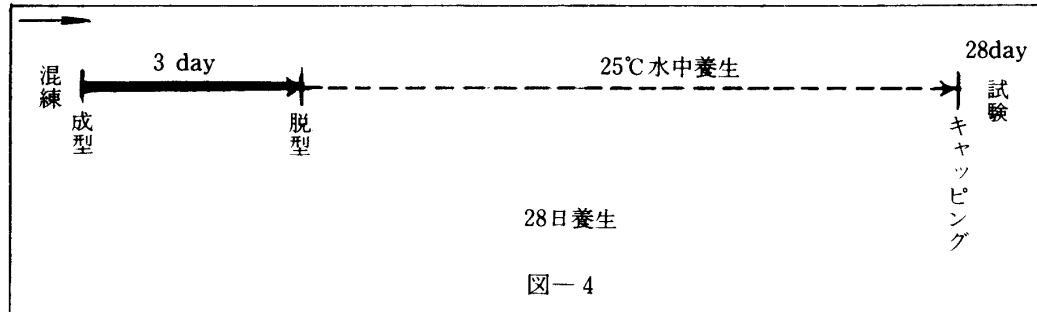
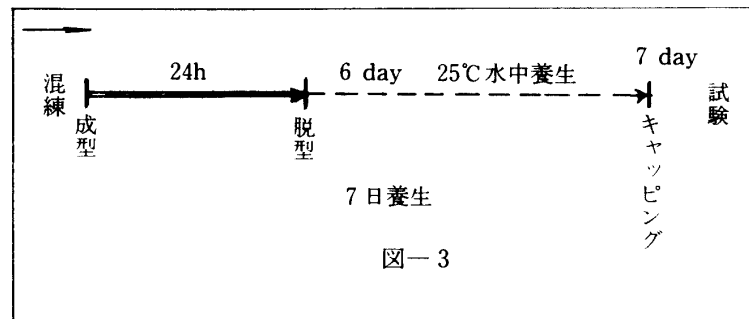
(a) 3時間促進養生法



(b) 24時間促進養生



(c) 標準養生



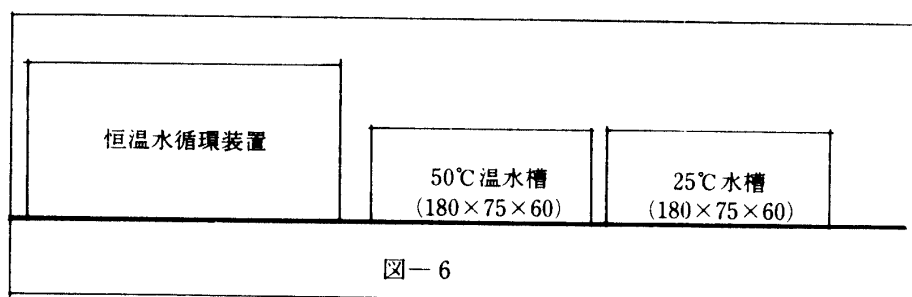
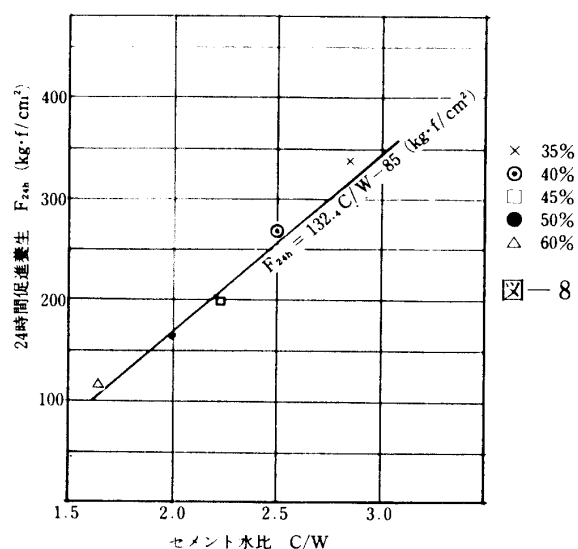
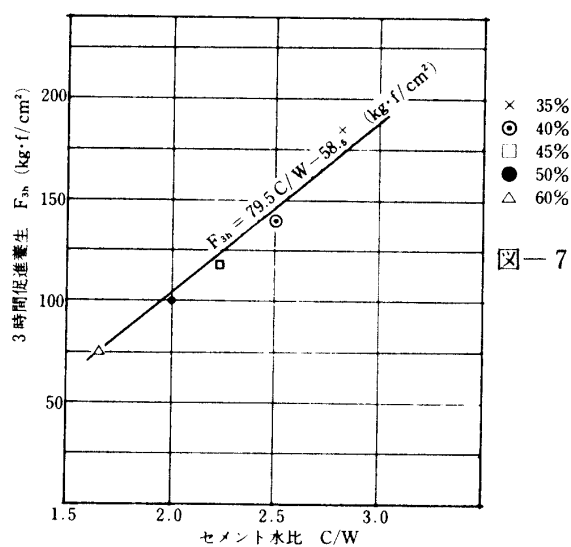


表-2 水セメント比別各圧縮強度

W/C %	C/W	促進養生		標準養生	
		3時間	24時間	7日	28日
35	2.86	270	340	475	554
40	2.50	141	267	419	507
45	2.22	116	198	385	473
50	2.00	100	165	350	426
60	1.67	76	105	213	387



### III 実験結果

各養生に於ける強度試験の結果は表-2に示す通りである。これらの結果から、3時間促進養生とセメント水比  $C/W$  の関係を図-7に示し、24時間促進養生とセメント水比との関係を図-8に示した。

それぞれの関係式は次の通りである。

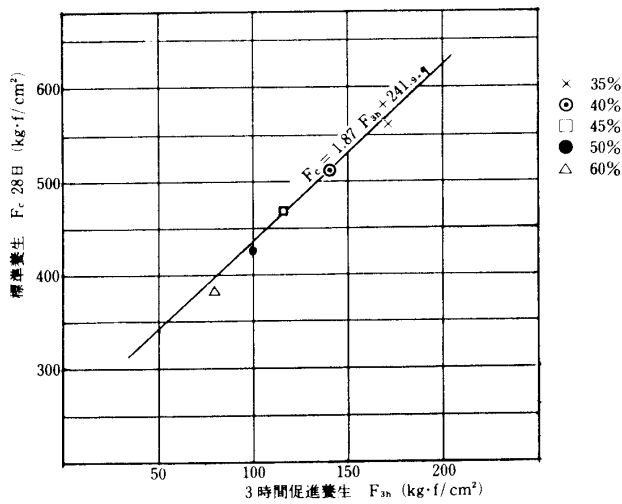


図-9

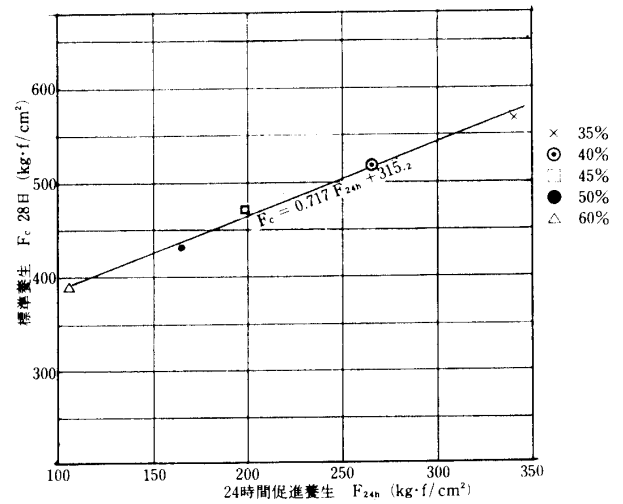


図-10

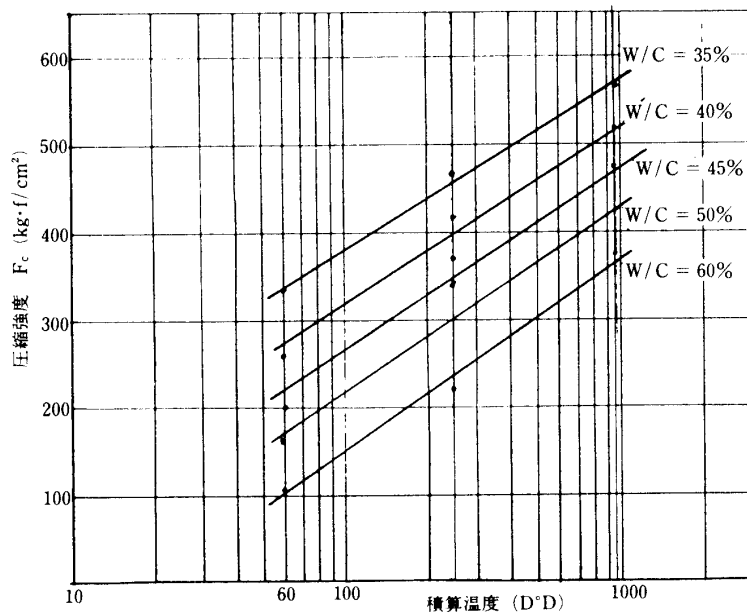


図-11

表-3

W/C%	A	B
60	233	105
50	212	170
45	209	220
40	196	270
35	177	340

$$F_{3h} = 79.5 \quad C/W - 58.5 \quad (\text{kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$F_{24h} = 132.4 \quad C/W - 85.0 \quad (\text{kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2) \quad \dots\dots\dots (2)$$

又、図-9、図-10において、3時間促進養生及び24時間促進養生と標準養生との関係を示した。それぞれの関係式は次のようである。

$$F_c = 1.87 \quad F_{3h} + 241.9 \quad (\text{kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$F_c = 0.717 \quad F_{24h} + 315.2 \quad (\text{kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2) \quad \dots\dots\dots (4)$$

一方各養生における圧縮強度と積算温度 (D°D) との関係を図-11に示した。その関係式は次の通りとなる。

$$F = A (\log X - 1.78) + B \quad (\text{kg} \cdot \text{f}/\text{cm}^2) \quad \dots\dots\dots (5)$$

A, Bの値は水セメント比の差異に依るもので、表-3にそれぞれ示す。

#### IV 考 察

以上の実験結果から次の諸点に就いて推定する。

- (1) 供試体の成型から試験までの過程にける温度管理は、強度を左右する大きな要素となる。
- (2) 3時間促進養生、24時間促進養生共に温度管理が充分であれば、圧縮強度は、温度と指数関数の関係にあるといえる。
- (4) セメント水比と促進養生における強度との関係は、一応直線的变化にて説明出来るが、セメント水比が2.86、即ち、水セメント比が35%となった場合、初期強度の発現とその速度は、他のものより顕著に現われ大きいようである。
- (5) 標準養生での強度と両促進養生における強度との関係も比較的綺麗な直線変化の為説明しやすい。

#### V ま と め

本実験は本年8月下旬より11月上旬の2ヶ月余の期間にて行なったものである。したがって、比較的気温の高い時期にサンプリングを終え得た、このことで混練時の用水温度の安定が保てた。斯様に今回の実験では、強度発現に関する基本的なポイントを温度管理にあるとした為、標準養生における供試体も温度管理が容易な水中養生とした。この事実から初期強度の発現性と28日強度との関係を説明出来たが、気中養生が皆無であった為、建設施工現場等での適用は無理と考える。しかし、生コンクリートの生産工場、コンクリート2次製品工場等、温度管理を厳しくチェックし得るところでは可能と考えるものである。今後は本実験結果を基本に置いて、建設現場の環境に対応する実験を行ない、定量化を図るつもりである。

#### 参 考 文 献

- 1) 尾坂芳文：コンクリートにおける品質管理の基礎考察(コンクリートジャーナル Vol. 21, No. 7, 1983, 7)
- 2) コンクリート品質の早期判定指針：日本コンクリート工学協会
- 3) 新井金次郎, 増田道夫, 河野謙一郎, 鶴田 健：クローズドフォームによるコンクリート強度の即時判定方法の検討。(生コン技術大会, No. 3, 1985)
- 4) 高橋久雄：建築コンクリート構造物の品質管理のあり方に対する一考察,(コンクリートジャーナル Vol. 21, No. 7, 1983, 7)