

初期の水中養生期間がコンクリートの強度発現に及ぼす影響

東京理科大学
ものづくり大学
東京理科大学

○永島 裕太
澤本 武博
坂口 輝幸

東京理科大学
東京理科大学
辻 正哲
林 俊斉

1 はじめに

コンクリートの強度発現と養生条件の関係として、図-1 に示した 1951 年に米国で Price が発表したグラフ¹⁾が世界的に用いられ、ほとんどの教科書でもこのグラフが採用されている^{2,3)}。このグラフによると、気中養生を行った場合、材齢 14 日から 28 日の間に圧縮強度はピークを向え、その後は徐々に低下傾向を示している。しかし、実際にこのような強度低下が生じるとは考えにくく、コンクリート構造物の材齢が 50 年経過しても強度低下は見られず、100 年経過しても若干の強度低下を示す程度であるとの報告もある。

一方、コンクリート構造物の品質保証体系の整備に伴い、各方面でコンクリート構造物の強度に関する訴訟問題が多発する可能性もある。こうした場合に、このグラフを延長して、管理材齢における強度を推定すると、実構造物から採取したコアが設計基準強度を大幅に下回ったとしても、設計基準強度を満足していたと判定されてしまう危険性も辞めな

い。このように、現在のコンクリートに携る技術者や研究者の通念に反するような問題があるにも関わらず、再度実験は行なわれてこなかった。

本研究では、現在の一般的な材料を用いて、Price と同じ配合及び養生条件で実験を行い、初期の水中養生期間がコンクリートの強度発現に及ぼす影響について検証した。

2 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用したセメントは、普通ポルトランドセメント（密度 3.16 g/cm^3 ）であり、細骨材には茨城県稲敷郡産陸砂（表乾密度 2.58 g/cm^3 、粗粒率 2.20）と栃木県栃木市産砕砂（表乾密度 2.62 g/cm^3 、粗粒率 3.10）を混合したもの、粗骨材には栃木県安蘇郡産碎石（最大寸法 20mm、表乾密度 2.67 g/cm^3 、実績率 60.0%）を用いた。コンクリートの配合は、表-1 に示す通りである。水セメント比および単位セメント量は、Price の論文のそれぞれ 50% および 330 kg/m^3 (556 lb/cy) を目標とした。また、スラン

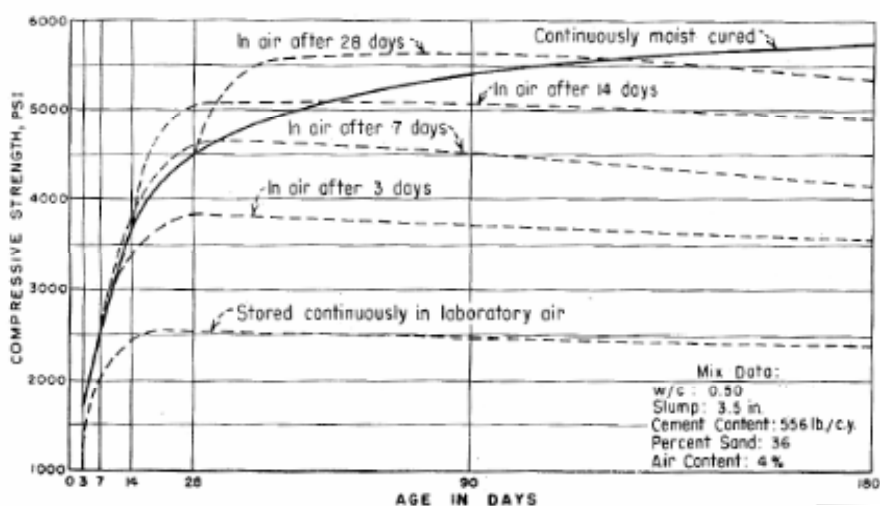


図-1 Compressive strength of concrete dried in laboratory air after preliminary moist curing (by Walter H.Price)¹⁾

表-1 コンクリートの配合

粗骨材 最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
					W	C	S1*	S2**	G	Ad***
20	7.5	50	3.5	43.1	167	334	540	235	1052	3.34

*陸砂 **砕砂 ***AE 減水剤

キーワード：コンクリート 水中養生 気中養生 強度発現 材齢

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL：04-7124-1501(内線 4054) E-mail：saori@rs.noda.tus.ac.jp

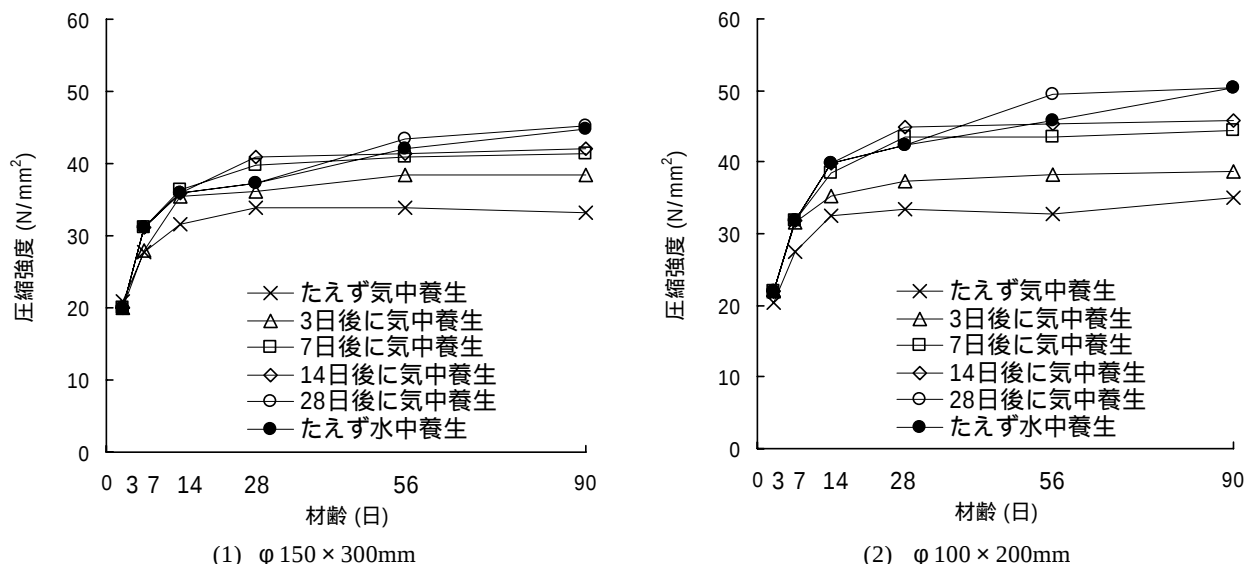


図-2 初期の水中養生期間がコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響

プおよび空気量は、Price の論文の 9cm (3.5 inch) および 4%より若干小さめの、それぞれ 7.5cm および 3.5%であった。また、練上がり温度は、20 であった。なお、混和剤には記述がなかったため、リグニンスルホン酸塩系の AE 減水剤を用いた。

2.2 供試体の作製および養生方法

実験に用いた供試体の寸法は、φ150×300mm および φ100×200mm の 2 種類であり、型枠には軽量サミットモールドを用いた。コンクリートは U 社からアジテータ車で 4m³ 搬入し、最初に排出した 1m³ および最後に排出した 1m³ を除いた約 2m³ を供試体の作製に用いた。コンクリートの打込み締固めは約 30 人で行い、合計 336 体の供試体を 1 時間以内に作製した。なお、打込み締固め方法は、現行の JIS A 1132 に準じた。脱型は全て材齢 2 日で行い、養生方法は Price の論文に準じ、水中養生から気中養生に切り換える材齢を 3 日、7 日、14 日、28 日と変化させた。また、脱型後絶えず気中養生を行う場合および脱型後絶えず水中養生を行う場合についても実験を行った。なお、気中養生は、温度 18 ~ 22 および相対湿度 50 ~ 70%の雰囲気下で行った。

コンクリートの圧縮強度試験は、JIS A 1108 に準じて、材齢 3 日、7 日、14 日、28 日、56 日、90 日、180 日、1 年および 2 年で行うこととし、今回は材齢 90 日まで行った。なお、供試体の端面処理は研磨により行った。

3 実験結果および考察

図-2 は、初期の水中養生期間がコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響を示したものである。50 年以上前に発表された論文では、絶えず水中養生を行ったものの以外は、材齢 90 日まで材齢とともに強度低下を示しているのに対して、同一寸法の φ150×300mm の供試体を用いた場合でも、今回行った実験では絶えず気中養生を行ったものが若干強度低下傾向を

示した以外、強度低下の傾向は見受けられなかった。また、今回並行して実験を行った φ100×200mm の供試体を用いた場合は、いずれの養生方法においても材齢 90 日まで強度低下は全く見受けられなかった。

一方、絶えず気中養生を行った場合の圧縮強度は、Price の場合によると絶えず水中養生を行った場合の 42%であると報告されているが、今回の実験結果では、φ150mm×300mm で 75%となっており、気中養生と水中養生との差が小さくなっていた。また、強度発現は、今回の実験結果の方が著しく早くなっていた。こうした差には、Price が実験を行った時のセメントの強度発現は現在のものに比べて遅いこと、キャッピング等の端面処理、乾燥条件の相違が関係している可能性がある。しかし、当時の材料が残されていないため原因を特定することはできなかった。

4 まとめ

現在我国で使用されている一般的な材料を用いて養生条件と強度発現の関係を求めた結果、50 年以上も前に米国で発表された Price の関係に比べ、強度発現も早く、乾燥による強度低下も小さく、また乾燥下における材齢に伴う強度低下傾向もほとんど認められなくなっていることが明らかとなった。よって、米国で 50 年以上も前に発表された Price のグラフを、現在に対応できるコンクリートの強度発現という基礎的なグラフに変更することの妥当性が示された。

参考文献

- 1) Walter H. Price , Journal of the American Concrete Institute , No.47 , pp.417-432 (1951).
- 2) 樋口芳朗, 辻幸和, 辻正哲, 建設材料学 (第六版), p.91 (2005) .
- 3) A.M.Neville , Properties of Concrete , Pitman Publish (UK) (1977) .