

## V-535

## コンクリートの極初期養生と性能の関係の考察

北見工業大学工学部 正 員 桜井 宏

正 員 鮎田耕一

北見工業大学大学院 学生員 迫 宣人

(株)満尾総研 満尾浩治

千葉窯業(株) 森田秀明

## 1. はじめに

最近、高性能のコンクリートの研究が盛んに行われ、高性能コンクリートの実用化の検討に伴い高性能減水剤の開発等も盛んである。しかし養生等についての検討は十分に行われてない。筆者らの研究で初期養生が白華の抑制等に効果があることがわかってきた<sup>1)</sup>。

本論文は、打設直後の極初期段階の養生が、コンクリートの強度等の性能に与える影響を明らかにするため検討及び考察を行った。

## 2. 検討方法

## 2.1. 検討手順

Fig.2.1.に検討のフローを示す。実験供試体は、 $\phi 10 \times 20$ cmの円柱供試体とした。Table 2.1.にコンクリートの配合及び性質を示す。コンクリート供試体は、高性能AE減水剤を用い水セメント比をできるだけ低くしたコンクリートとした。圧縮試験はJIS A 1108に行い基づいて行い、同時にポアソン比を求めた。キャッピングは、 $W/C=25\%$ の高強度のものあるので、研磨を行い載荷面を平滑にした。

Table 2.1. コンクリートの配合及び性質

| case     | Mix Proportion |       |       |       |       |        | Kind of admixture |        |         |        |
|----------|----------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------------|--------|---------|--------|
|          | W/C (%)        | W (%) | C (%) | S (%) | G (%) | PA (%) | PO (%)            | AE (%) | AE (cm) | AE (%) |
| 1-25-X25 | 42             | 125   | 500   | 792   | 1194  | 2.0    | 0.009             | 0.4    | 0.4     |        |
| 1-40-X40 | 42             | 125   | 313   | 875   | 1292  | 2.0    | 0.009             | 0.1    | 1.1     |        |
| 1-55-X55 | 42             | 125   | 227   | 886   | 1337  | 2.0    | 0.009             | 0.4    | 1.3     |        |
| 2-25-X25 | 42             | 125   | 500   | 792   | 1194  | 2.3    | 0.009             | 1.5    | 0.3     |        |

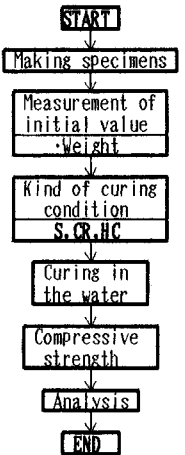


Fig.2.1. 検討のフロー

## 2.2. 養生方法

本研究では、各種養生方法が強度にどの様に影響を与えるか知るために標準養生と恒温養生、極初期の高湿潤養生(High Humid Curing: 以下HCと略、湿潤係数<sup>1)</sup>:125以上)を行い比較した。またその養生の過程をFig.2.2.に示す。

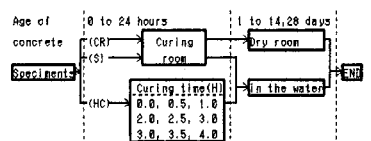


Fig.2.2. 養生の過程

## 3. 実験及び考察

## 3.1. 実験結果

Fig.3.1.1.に各水セメント比ごとの圧縮強度と各種養生条件の関係を示す。いずれの水セメント比でも材令14日、28日共に標準養生(S)よりも高湿潤養生(HC)のものが高かった。特に打設後3時間、つ

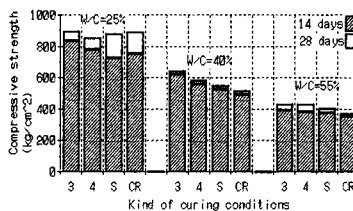


Fig.3.1.1. 各種養生条件と圧縮強度の関係

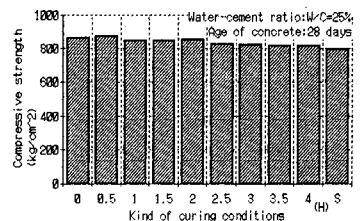


Fig.3.1.2. 各種養生条件と圧縮強度の関係

まり早期にHCを行ったものが大きな値を得た。Fig.3.1.2.に各種養生条件と圧縮強度の関係を示す。これもSよりもHCを早くに行ったものほど強い傾向を示した。ポアソン比はどの実験ケースも養生種類に関係なく0.20~0.25の範囲であった。

## 3.2. 考察

## 3.2.1. 極初期養生の効果

Fig.3.2.1.に標準養生材令28日の圧縮強度を基準とした比(以下圧縮強度比と略)とHC開始時間の関係を示す。多少ばらつきはあるがHC開始時間の早い方が効果がある傾向がみられる。HCを早期に始めたものが大き

な値が現れたのはコンクリートの凝結開始前の極初期の方がHCの効果が高いことを示していると思われる。Fig.3.2.2.はFig.3.2.1.のデータのうち0.5, 2.0, 3.5, 4.0(H), Sを取り上げ重量変化率を示したものである。Fig.3.2.1.とFig.3.2.2.を比べてみると、Sは常に重量変化率が0%を下回っており供試体では水が蒸発し十分に水和が起こらないものと思われる。しかしHC養生を早期に行ったものは0%を下回らず凝結開始以前にもコンクリートの水和に必要な水分が十分に確保されSよりも強度が高かったものと思われる。以上のことより極初期段階の水分が強度の発現に影響を与え、凝結前や養生時の水分の蒸発は少ないほど強度は増加傾向にあることがわかる。従って極初期の高湿潤養生はコンクリートの性能改善に有効だと思われる。

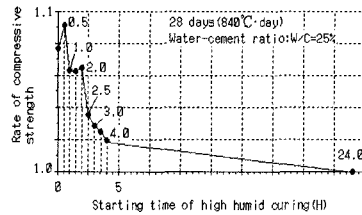


Fig.3.2.1. 各種養生条件と圧縮強度比の関係  
(標準養生材令28日強度を基準)

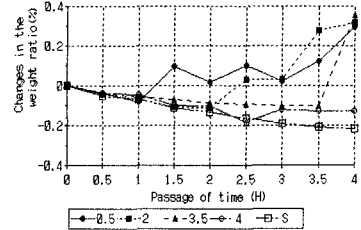
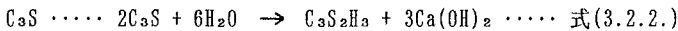
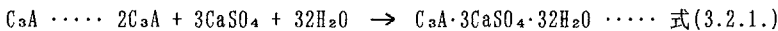


Fig.3.2.2. 各種養生条件と経過時間による重量変化率の関係

### 3.2.2. 極初期養生の水和に関する考察

この極初期養生の水和の進行をセメントの成分ごとに考察すると、セメントの成分中の組成の主なものに  $\text{CaS}$ ,  $\text{C}_2\text{S}$ ,  $\text{C}_3\text{A}$ ,  $\text{C}_4\text{AF}$  があり、このうち極初期養生を行った材令1日までの水和反応に特に関係あると思われるのは  $\text{C}_3\text{A}$  であり、 $\text{C}_3\text{S}$  も材令28日までの強度に影響を与える。この化学反応は次の2式である<sup>2)</sup>。



この2つはいずれも水と混練後直ちに水和反応を始め、早期強度に大きく影響を与える。特に  $\text{C}_3\text{A}$  は含有量こそ少ないが水和の際に  $\text{H}_2\text{O}$  を多く必要とするため極初期段階を高湿潤に保つと強度に影響を与えると思われる。

### 3.3. コンクリートの養生と性能向上の関係

養生条件を変化させた実験の結果、今よりも性能が向上可能な表面が緻密なコンクリートは、極初期の段階から養生を管理する必要がある。今までの湿潤養生は表面をあらさないでほど硬化した後、湿潤に保ち養生を行う程度<sup>3)</sup>であったが、今以上の性能を望むのならばそれ以前の極初期の養生も重要である。

### 4. まとめ

今回の研究の結果の以下ことが明らかになった。

極初期の湿潤程度が高い養生を行うと、このとき供給される水分が極初期に水和するセメント成分の水和に影響を与えコンクリートの性能が向上する傾向がある。

### 【謝辞】

本研究にあたり北海道大学の佐伯昇教授、藤田嘉夫客員教授の御指導と御協力を受けた。ここに感謝する。本研究の実施にあたり新栄砕石工業(株)、山上高圧コンクリート(株)、花王株式会社、藤沢薬品工業株式会社の御協力を得た。また北見工業大学の岡田包儀技官、猪狩平三郎技官、同大学大学院の阿部、中尾氏、また同大学卒業生の荒井、荒木、伊藤、岩井、佐瀬、田中、吉川氏に実験及び解析に御協力を得た。ここに感謝する。

### 《参考文献》

- 1) 桜井宏, 鮎田耕一, 岡田包儀, 荒木敬大: 土木学会北海道支部, 論文報告集, 平成5年度, P972~P975
- 2) 尾坂芳夫, 後藤幸正: ネビルのコンクリートの特性, 技報堂出版, P11~P18, 1980
- 3) 土木学会: コンクリート標準示方書, 平成3年度版, P84~P87, 1991
- 4) セメント技術大会講演論文集49号, 平成6年度版, 投稿中