

UDC 666.972.017
669.162.275.2:666.913
666.97.035.5

高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材を用いた コンクリートに関する基礎的研究(8)

一空中養生を行った場合の圧縮強度と中性化深さ一

Studies on Slag- Gypsum Cement Concrete (8)

魚本 健人*・小林 一輔*・星野 富夫*
Taketo UOMOTO, Kazusuke KOBAYASHI and Tomio HOSHINO

1. は し が き

前報¹⁾において、高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材のうち普通ポルトランドセメントの占める比率が2wt%と非常に少ない結合材では、水中養生を行った場合に比較して空中養生を行った場合の圧縮強度が大幅に低下することを示した。しかし、どの程度水中養生すれば良いのか、また大幅な強度低下の原因は何かという点は不明である。そこで本報告ではこれらのことを考慮し、初期水中養生期間を変化させた場合のコンクリート圧縮強度を調べるとともに中性化深さと強度との関係について検討を加えた。

2. 実 験 概 要

前報²⁾と同一の材料を用い、水結合材比55%、単位水量180kg/m³(スランプ7±1cm)の配合のコンクリートで実験を行った。高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材の結合材配合比は、重量比で スラグ：セッコウ：普通ポルトランドセメント=85：13：2とし、比較のため普通ポルトランドセメントのみを結合材として用いた場合についても実験を行った。

コンクリートの供試体はφ10×20cmとし、打設後湿空養生(20°C, 90% R.H.)を2日間行い、次の6種類の養生を行った。すなわち、全く水中養生(20°C)をせずに空中養生(20°C, 50% R.H.)したものと水中養生期間を3日、5日、12日、26日、89日とし、その後試験材令まで空中養生したものである。

圧縮強度試験は、材令1週、4週、13週に行い、材令13週では試験後フェノールフタレインによる中性化深さの測定ならびにポロシチーの測定を行った。なお、ポロシチーの測定はコンクリート中のペースト部分を主体として水銀圧入法で行ったが、完全に骨材と分離することはできなかった。

3. 実験結果と考察

3.1 初期水中養生期間と圧縮強度

初期水中養生期間を変化させた場合の圧縮強度と材令の関係を図-1に示す。また、水中養生日数と圧縮強度との関係を図-2に示す。

図-1より明らかのように、高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材を用いたコンクリートと普通ポルトランドセメントコンクリートでは次の特徴がある。

(i) 普通ポルトランドセメントの場合、材令1週では水中養生3日の供試体、材令4週では水中養生5日および12日の供試体の方が水中養生したものよりやや高い

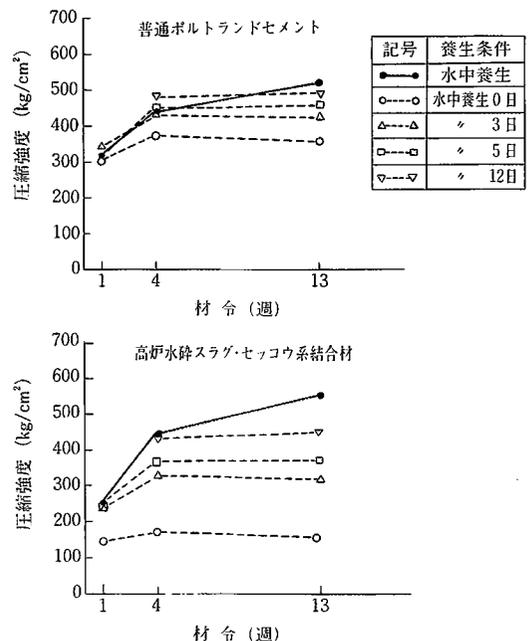


図-1 初期水中養生期間を変化させた場合のコンクリート圧縮強度と材令

*東京大学生産技術研究所 第5部

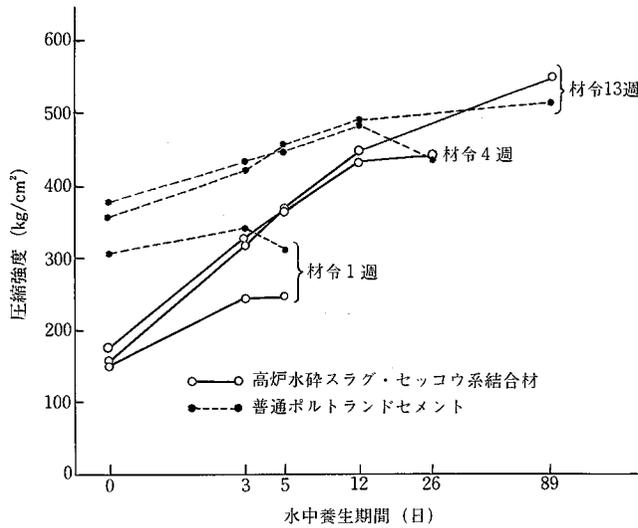


図-2 水中養生日数がコンクリート圧縮強度に及ぼす影響

強度が得られている。一方、高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材の場合そのような現象は見られず、水中養生したものより高い強度となっているものはない。

(ii) 水中養生を全く行わない供試体でも、普通ポルトランドセメントコンクリートでは材令1週で約 300kg/cm² の強度が得られ、水中養生した場合に近い強度となっている。しかし、高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材を用いた場合、材令1週での強度は約 150kg/cm² で、水中養生した場合の約 60%の強度にとどまっている。

(iii) 養生方法を水中養生から空中養生に変えた後の強度変化はいずれの結合材の場合もほぼ同様な傾向を示しているが、高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材の場合には水中養生時の強度増加が大きいため、材令の経過とともに初期水中養生期間の差が大きくなる。

図-2 は図-1 を描き換えたものであるが、高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材を用いたコンクリートは普通ポルトランドセメントコンクリートに比べ、水中養生期間が圧縮強度に及ぼす影響は著しく大きいことが認められる。また、たとえば材令4週での圧縮強度は本実験ではいずれの結合材の場合でも約 440kg/cm² であるが、もしその約 90%である 400kg/cm² の強度を材令4週で得るためには普通ポルトランドセメントでは約1日水中養生を施せば良いが、高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材では約8日間の水中養生を必要とする。

以上の結果からも明らかなように、高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材は普通ポルトランドセメントに比べ水中養生した場合でも圧縮強度の増加速度は遅く、その後空中養生した場合には普通ポルトランドセメント等に見

られる強度の増大が見られないため、養生条件の相違による強度差が増大する。言い換えると高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材では湿潤養生が不可欠であるということの意味する。

3.2 中性化部分のポロシチー

高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材を用いたコンクリートは普通ポルトランドセメントコンクリートに比べ中性化深さが大きいことは前報³⁾で述べたが、上記供試体を調べるといわゆる Absanden 現象が顕著に見られた。この現象は高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材の場合、空気中の CO₂ による水和生成物の分解である⁴⁾とされているが、その場合には CO₂ の侵入によるコンクリートの中性化も生じるはずである。そこで、上記供試体のうち最も中性化深さの大きい、水中養生を全く行わなかったコンクリートについて、中性化された部分(フェノールフタレイン溶液で呈色しなかった部分)と中性化されなかった部分(呈色した部分)について、そのペースト部のポロシチーを測定した。その結果を図-3に示す。

図-3より次の点が明らかである。

(i) 中性化された部分は中性化されない部分の2倍以上の T.P.V. になっている。

(ii) 中性化された部分は中性化されない部分に比べ、細孔半径の大きなものが多く、750 Å ~ 7500 Å の半径の空隙が非常に多い。

ここで、前報³⁾で求めた圧縮強度と T.P.V. の関係(図-4参照)から、中性化された部分の圧縮強度は 70kg/cm² 以下、また中性化されていない部分の圧縮強度は 400kg/cm² 程度と推定される。

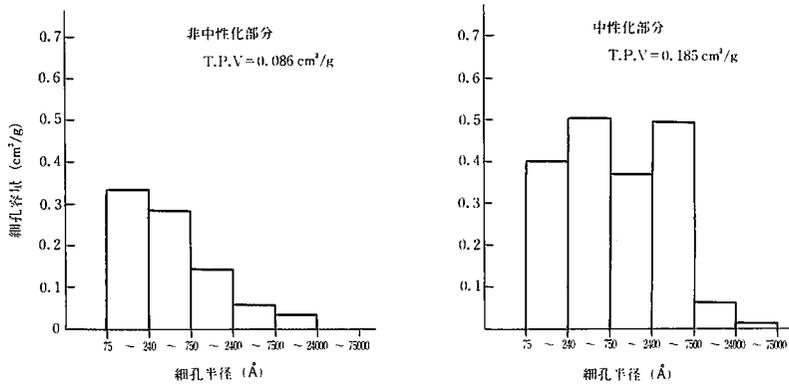


図-3 中性化部分と非中性化部分のポロシティー
(材令13週, W/C=55%, 水中養生0日)

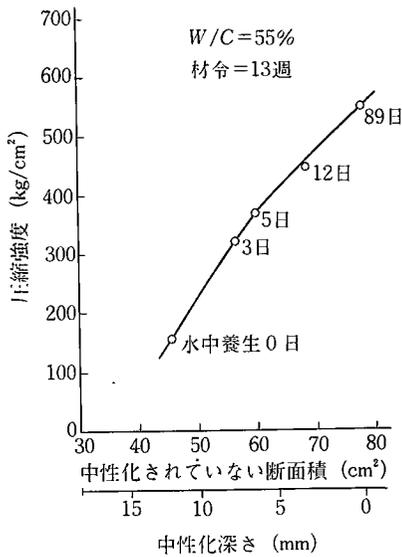


図-4 スラグ・セッコウ系結合材コンクリートの空隙量と圧縮強度

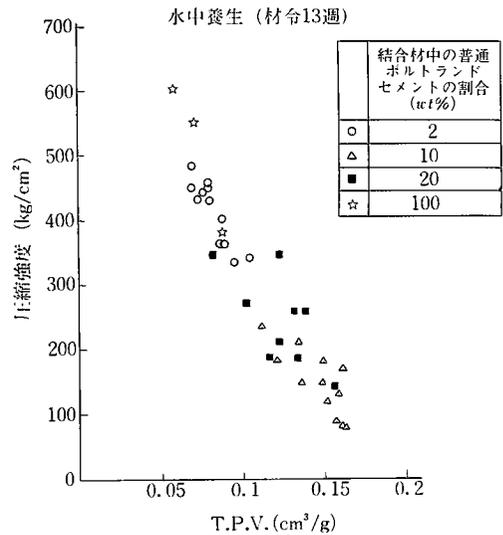


図-5 空中養生を行った場合のコンクリート中性深さと圧縮強度

以上の結果より、高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材を用いたコンクリートは中性化された部分ではポロシティーが大きく、圧縮強度は低い、中性化されなかった部分は強度が高く、断面方向に強度が変化しているものと考えられる。

3.3 中性化深さと圧縮強度

3.1で述べた各供試体のうち材令13週で圧縮強度試験を行った供試体について、圧縮強度と中性化深さの関係を調べたものを図-5に示す。なお、図の横軸は円柱供試体中央部の中性化深さおよび中性化されていない部分の断面積を示している。

この図から明らかなように (i) 水中養生期間の短い

ものほど中性化深さは大きく、(ii) 中性化されていない部分の断面積が大きいものほど圧縮強度は大きい。

この結果は 3.2 で述べた中性化された部分の強度が低く、中性化されなかった部分の強度が高いという結果と一致し、この種の結合材を用いたコンクリートの中性化深さと圧縮強度は良い相関性があると言えよう。

4. あとがき

本報告で明らかなように、高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材は普通ポルトランドセメントに比べ養生方法による影響は著しく大きい。また、空中養生を施した場合、中性化部分と非中性化部分では強度の違いが大きく、

研究速報

全体としての圧縮強度と中性化深さは良い相関性があるという普通ポルトランドセメントに見られない特徴がある。しかし、この原因についてはまだ明確ではないため、さらに原因の究明ならびに対策について検討する予定である。(1979年11月22日受理)

参考文献

- 1) 魚本, 小林, 星野: 生産研究, Vol.31, No. 6, 1979
2) 魚本, 小林, 星野: 生産研究, Vol.31, No.10, 1979
3) 魚本, 小林, 星野: 生産研究, Vol.31, No. 7, 1979
4) W. Czernin: 建設技術者のためのセメント・コンクリート化学, 技報堂, 昭和44年

次号予告(3月号)

特集 資源のための新しい生産技術の開発に関する研究—その2—

Table with 3 columns: Article Number, Title, and Author(s). Includes entries like '省資源研究2年目', 'スラグ石こう系セメントを用いたコンクリートの耐久性', '表面重合法による樹脂被覆金属材料の開発', etc.