

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(1)

—水結合材比と圧縮強度特性について—

Studies on Slag-Gypsum Cement Concrete (1)

小林 一輔*・魚本 健人*・榎本 歳勝**・森 弥広**

Kazusuke KOBAYASHI, Taketo UOMOTO, Toshikatu ENOMOTO, and Yahiro MORI

1. はじめに

本研究は、未利用資源を有効に利用することにより国内資源の保存とエネルギー消費の節減を図る1方法として、産業副産物としての高炉水砕スラグと回収セッコウを汎用のセメントと大量に置換して使用することを目的とする基礎的研究である。ここでは、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の水結合材比と圧縮強度特性について報告する。

2. 使用材料

2.1 結合材料

結合材料としては、高炉水砕スラグ粉末、回収セッコウおよび普通ポルトランドセメントを混合して使用した。各材料の性質を表-1に示す。

2.2 骨材

骨材は、富士川産の川砂および最大寸法20mmの秩父両神産の砕石を使用した。川砂は比重2.65、吸水量2.41%、粗粒率2.85で、砕石は比重2.65、吸水量0.78%、粗粒率6.80である。

3. 実験概要

3.1 配合比の決定

スラグ・セッコウ系結合材の配合比を決定するため、モルタルによる予備実験を行なった。すなわち、普通ポルトランドセメントは高炉水砕スラグの刺激剤として考え、セメントは結合材の2wt%とし、スラグ量を70~90%まで変化させたモルタル(水結合材比40~60%)による圧縮強度試験および曲げ強度試験を行ない、総合的に

最も高い強度が得られる配合比を求めた。

その配合比は、重量比で示すと

スラグ:セッコウ:セメント=85:13:2

である。

3.2 圧縮強度試験

スラグ・セッコウ系結合材を用いたコンクリートの圧縮強度の基本性状を調べるため、水結合材比(W/B)を35~75%まで10%ずつ変化させ、スランブ値が 7 ± 1 cmとなるようにコンクリートの配合を決め、 $\phi 10 \times 20$ cmの供試体による圧縮強度試験を行なった。なお、養生条件は20℃の水中養生とし、一部空中養生も行なった。

3.3 細孔径分布の測定とX線回折試験

圧縮強度試験終了後、材令13週の供試体で細孔径分布の測定およびX線回折試験を行なった。細孔径分布の測定はカルロ・エルバ社のポロシメーターを用い水銀圧入法により $75000 \text{ \AA} \sim 75 \text{ \AA}$ の細孔径分布と空隙量を調べ、X線回折は Target: Cu, Filter: Ni を用い Count Range 250 cps, Glancing Angle $60 \sim 5^\circ 2\theta$ で行なった。なお、これらの資料はなるべく骨材を含まぬようペースト部分を主体としたが、完全に骨材と分離することはできなかった。

4. 実験結果と考察

図-1はコンクリートの圧縮強度と材令の関係を示したもので、強度の伸びを材令1週強度に対する3ヵ月強度の比で表すと水結合材比(W/B)の値が35%の場合には最も小さく1.8程度にとどまったが、他は2.2~3.5

表-1 結合材料の性質

種別	比重	粉末度 (cm^2/g)	化 学 成 分 (%)									
			ig. loss	insol.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	MnO	S
普通ポルトランドセメント	3.15	3500	0.6	0.4	22.4	4.9	3.0	64.5	1.1	2.2	-	-
スラグ粉末	2.90	4240	-	-	33.4	14.9	0.3	41.0	5.5	-	0.8	0.9
石膏	2.54	-	-	-	0.36	0.02	0.02	32.50	-	46.40	-	-

* 東京大学生産技術研究所 第5部

** 千葉工業大学土木工学科

研究速報

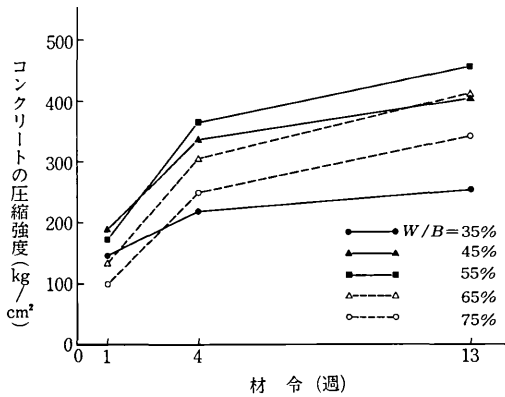


図-1 スラグ・セッコウ系結合材を用いたコンクリートの圧縮強度と材令との関係

となっている。なお、一番大きな強度の伸びは水結合材比が75%の場合に得られている。

図-2はコンクリートの圧縮強度と水結合材比(W/B)の関係を示したもので、普通ポルトランドセメントのみを用いた一般コンクリートの場合の関係とは大きく異なっている。すなわち、普通ポルトランドセメントのみを用いた場合、水セメント比(スラグ・セッコウ系結合材の場合の水結合材比にあたる)が小さくなるほど圧縮強度は大きくなり、ほぼ直線関係にあるが、この図ではW/B=45~55%の所で圧縮強度は最大となっている。またこのピークとなる配合の水結合材比は材令が大きくなるにつれ、大きくなる傾向がみられる。

以上のように圧縮強度がある水結合材比において最大値をとる原因を確かめるために、セメントマトリックスの細孔径分布の測定とX線回折試験を行なった。

図-3は細孔径分布および空隙量が水結合材比によってどう変化しているかを示したもので、これによると空

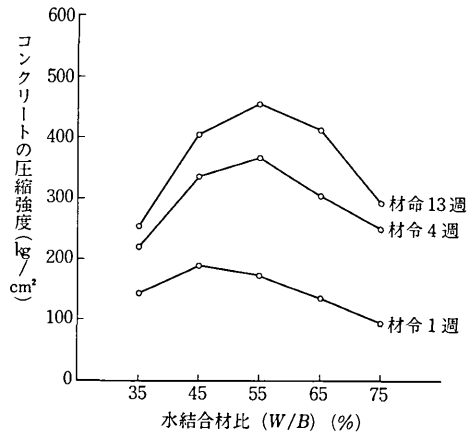


図-2 スラグ・セッコウ系結合材を用いたコンクリートの圧縮強度と水結合材比との関係

隙量(T.P.V.)は水結合材比が55, 75, 35%の順に小さく、また圧縮強度の高いものほど小さい。一方、細孔径分布を強度順に見ると、強度の高いものほど小さな空隙(75~240 Å)の割合が大きく、強度が低くなるにつれより大きな空隙(240~750 Å)の割合が増加している。以上の傾向は、普通ポルトランドセメントコンクリートの場合とほぼ同じ傾向であり、異なっているのは水結合材比との対応である。

図-4は水結合材比が35, 55, 75%のコンクリートのX線回折試験の結果である。この試験では試料中の骨材量が一定ではないので、いちがいに水和物の生成量を推定することはできないが、骨材のピークを除いたものについて回折強度の比較をすると、①水結合材比の大きいものほどEttringiteの回折強度は大きい、②水結合材比が35%のものは他に比べセッコウの回折強度が大きい。

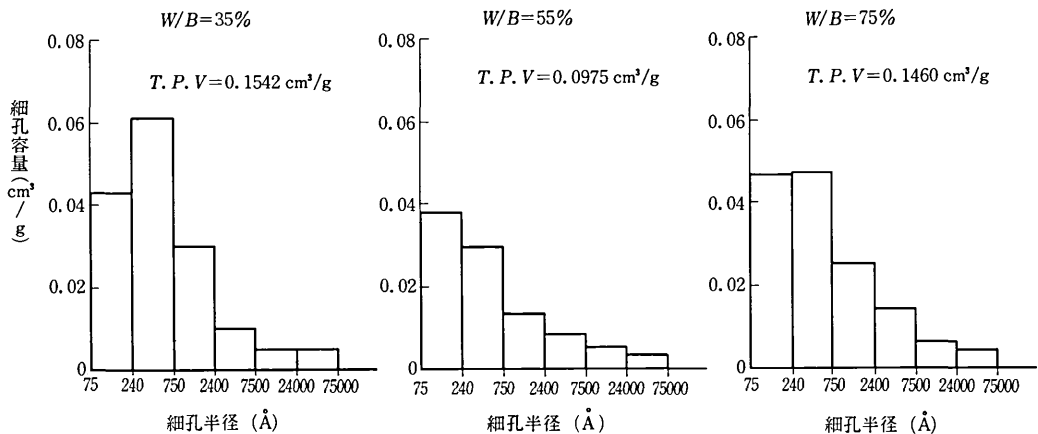


図-3 スラグ・セッコウ系結合材を用いたコンクリートの細孔径分布(材令13週)

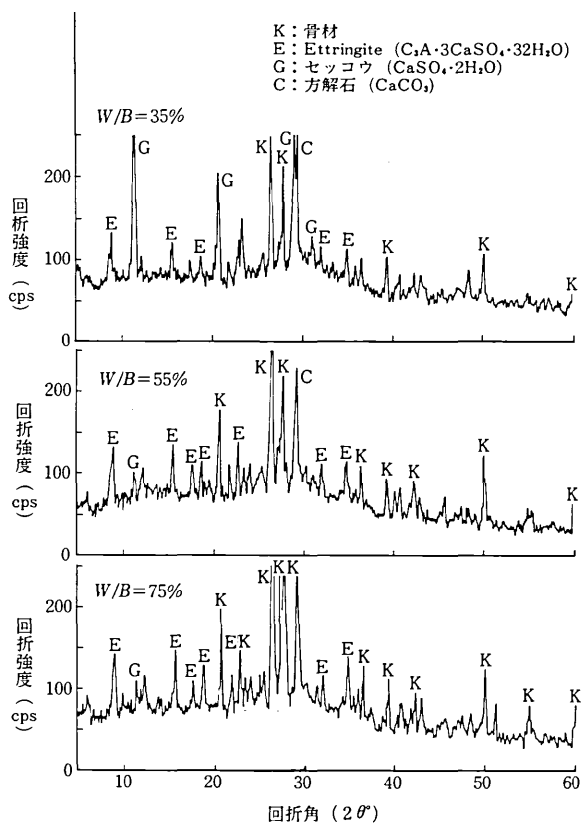


図-4 X線回折試験結果 (Target : Cu, Filter : Ni)

これらの結果から、水結合材比35%の場合、水和反応が十分でなく、セッコウはまだ残存しているものと思われる。また、75%の場合にはかなり水和反応が進んでおり、55%の場合にはほぼ両者の中間的な状態にあるものと考えられる。

5. む す び

本実験で用いたスラグ・セッコウ系結合材を使用したコンクリートを水中養生した場合、圧縮強度は一般のコンクリートと異なり結合材水比の法則にのらず、圧縮強度が最大となる水結合材比が存在する。この理由は、今回実験の対象とした3種の水結合材比の中では空隙量が最も小さくなるはずである35%の場合が45~55%の場合よりも大きくなった点にあり、これはX線回折試験の結果によれば結合材の水和の進行が十分でなく、未反応のセッコウ等が比較的多く残存していることによるものと考えられる。

本実験では、スラグ・セッコウ系結合材を用いたコンクリートの圧縮強度と水結合材比の関係を調べたが、さらにその圧縮強度則、強度発現方法等についても実験中である。なお、高炉水砕スラグ粉末を提供して頂いた第一セメント(株)ならびにX線回折試験にご協力を頂いた新日本製鉄化学工業(株)に深謝する次第である

(1978年6月1日受理)

