

# 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(4)

## —鉄筋の腐食と結合材配合比について—

Studies on Slag-Gypsum Cement Concrete (4)

魚本健人\*・小林一輔\*・星野富夫\*  
Taketo UOMOTO, Kazusuke KOBAYASHI and Tomio HOSINO

### 1. ま え が き

本文は、前報<sup>2)</sup>に続き高炉スラグ・セッコウ系結合材を用いたコンクリート中の鉄筋の発錆、中性化、ポロシチーに及ぼす高炉水砕スラグ、セッコウおよび普通ポルトランドセメント相互の配合比の影響を示すとともに、鉄筋の発錆と中性化、ポロシチーの関係について明らかにしたものである。

### 2. 実験概要

前報<sup>2)</sup>と同一の結合材を用い、各々の結合材を用いたコンクリートに関し次の要領で実験した。なお、使用材料およびコンクリートの配合は前報<sup>2)</sup>と同じである。

#### (1) コンクリート中の鉄筋の発錆

図-1に示すように  $\phi 10 \times 20$  cmのコンクリート供試体中に  $\phi 13$  mmのみがき丸鋼を埋め込み<sup>1)</sup>、打設後1週間水中養生後、恒温恒湿槽で30℃、90% R. H.で養生した。所定材令後供試体から丸鋼を取り出し発錆面積率を測定した。コンクリートの配合は水結合材比を50%とし、防錆剤として亜硝酸ナトリウムを単位水量の0.5% (単位結合材量の0.25%) 添加した場合と添加しない場合について実験した。

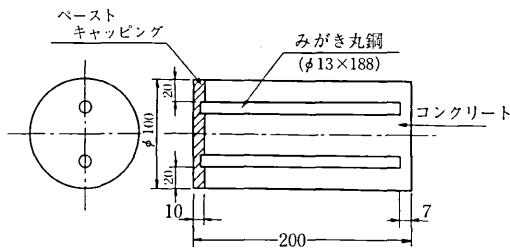


図-1 発錆実験用供試体

\* 東京大学生産研究所 第5部

#### (2) コンクリートの中性化

コンクリートの中性化は、水中養生 (20℃)、空中養生 (20℃, 50% R. H.), 恒温恒湿槽養生 (30℃, 90% R. H.) の供試体について中央断面で中性化深さを調べた。中性化深さはフェノールフタレイン溶液で呈色しなかった部分を0.1 mmまでノギスで測定した。

#### (3) ポロシチー

ポロシチーはコンクリート中のペースト部分を取り出し、水銀圧入法で75 Å~75000 Åの空隙量を調べた。対象とした供試体は前報<sup>2)</sup>で報告した圧縮強度用供試体のうち材令13週のもののみとした。なお、測定資料はなるべく骨材を含め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。

### 3. 実験結果と考察

#### 3.1 鉄筋の発錆と中性化

コンクリート中の鉄筋の発錆面積率を調べたものが、図-2である。ここでは防錆剤を添加した場合については材令13週の場合しか示していないが、材令4週では殆んど発錆が認められなかったためである。なお、同じ配合の普通ポルトランドセメントコンクリートでは防錆剤を添加しなくても材令13週まで全く発錆は認められなかった。

図-2から明らかなように、鉄筋の発錆面積率は防錆剤を添加しない場合には (i) 材令とともに増加しており、(ii) 配合比との関係では各材令ともにセッコウの割合が20%程度の結合材で、特に普通ポルトランドセメントの割合が10%程度の場合に著しい。また防錆剤を添加した場合には、材令13週では発錆が多少認められるものの無添加の場合に比べ激減しており、その効果は十分に現れていると言えよう。

このような発錆傾向を示した原因を調べるために行った中性化深さ試験では、水中養生および上記の供試体では殆んど中性化は起こっていなかった。そのため、中性化が最も進んだ空中養生 (20℃, 50% R. H. CO<sub>2</sub> 濃度約

研究速報

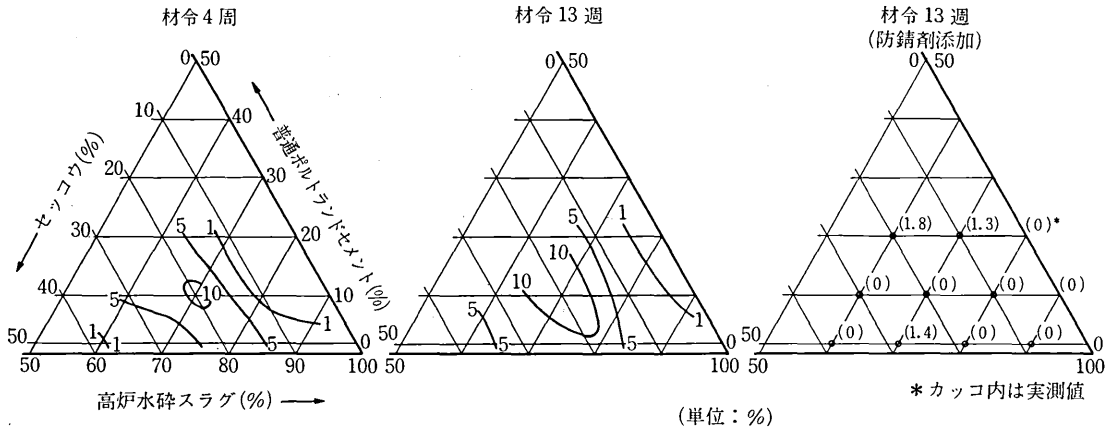


図-2 スラグ・セッコウ系結合材コンクリート中の鉄筋の平均発錆面積率 (水結合材比 50%)

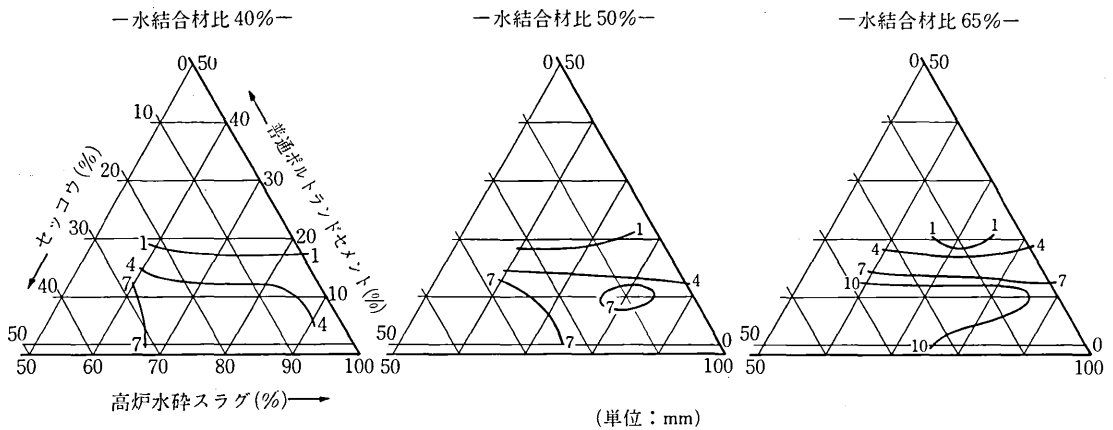


図-3 スラグ・セッコウ系結合材コンクリートの中酸化深さ (材令 13 週, 空中養生)

0.3%) の場合を図-3 に示す。

図-3 より, 次の傾向が認められる。(i) 普通ポルトランドセメントの割合が大きいのほど中性化は起こりにくく, (ii) 特に普通ポルトランドセメントの割合が10%以下では, セッコウの割合が多くなるほど中性化が起こりやすく, (iii) 水結合材比が大きくなるほど中性化深さは大きい。

上記の傾向のうち(i)は, 普通ポルトランドセメントの割合が大きくなるほどアルカリ性が強くなるためであり, また(iii)は後述のポロシチーの所で明らかなように水結合材比の大きなものほどポーラスなコンクリートとなり, CO<sub>2</sub>の侵入が容易になるためであると思われる。

以上の鉄筋の発錆およびコンクリートの中性化の傾向

より, 今回の実験範囲においてはスラグ・セッコウ系結合材を用いたコンクリート中の鉄筋の発錆は(i)コンクリートの中酸化と直接には関係がなく, (ii)むしろ, 結合材中のセッコウの割合の影響が大ききことなどが明らかとなった。また, 予備実験において, 一部の供試体ではかぶり小さかったため中性化が鉄筋位置にまで及んだが, その場合の発錆が著しかったことから, 防錆剤無添加の場合長期材令では中性化による影響もあらわれるものと思われる。

これらの結果から, 前報<sup>2)</sup>で述べた高強度帯の結合材配合比 (普通ポルトランドセメント: 2 wt%, 高炉スラグ: 70~90 wt%) の場合には, ちょうどセッコウの割合が20%程度となり, 発錆の著しい範囲と一致する。

このため、この配合比の結合材を用いたコンクリートを鉄筋コンクリートに適用するためには防錆剤等による鉄筋の防食対策が不可欠となろう。

3.2 ポロシチー

コンクリート中のペースト部分のポロシチーを調べたものを図-4に示す。ここでは水中養生の場合を示したが、空中養生の場合にも同様な傾向を示している。これらの図より(i)水結合材比の大きなものほど空隙量(T.

P. V.)は大きく、(ii)普通ポルトランドセメントが2wt%、高炉スラグが80~90 wt%付近でT. P. V. が小さくなっていることが認められる。

この図を前報<sup>2)</sup>の圧縮強度分布図と比較すると非常に良く似た傾向を示している。そこで圧縮強度とT. P. V. の関係を調べたものを図-5に示す。この図より、特に水中養生した場合には圧縮強度とT. P. V. との間に非常に良い相関性があること、空中養生の場合にも同様な傾

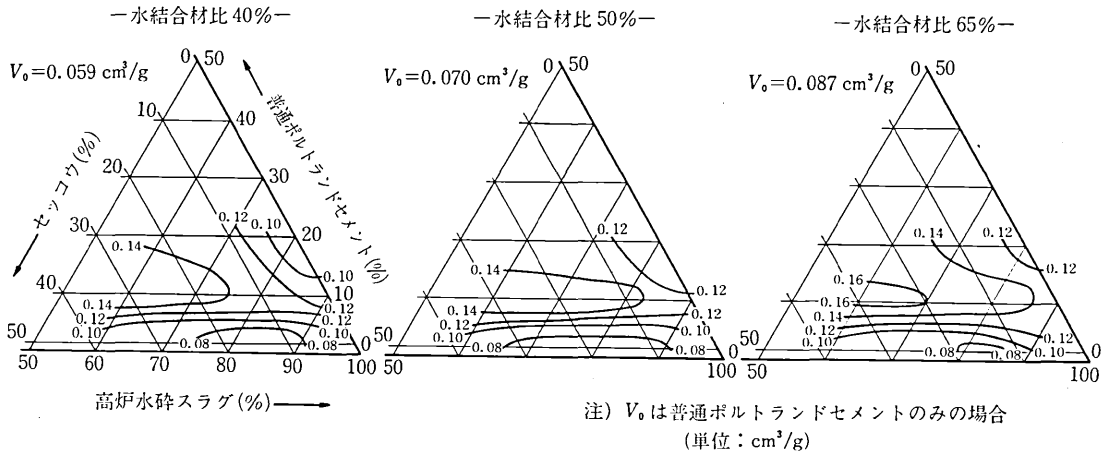


図-4 スラグ・セッコウ系結合材コンクリートの空隙量 (水中養生, 材令13週)

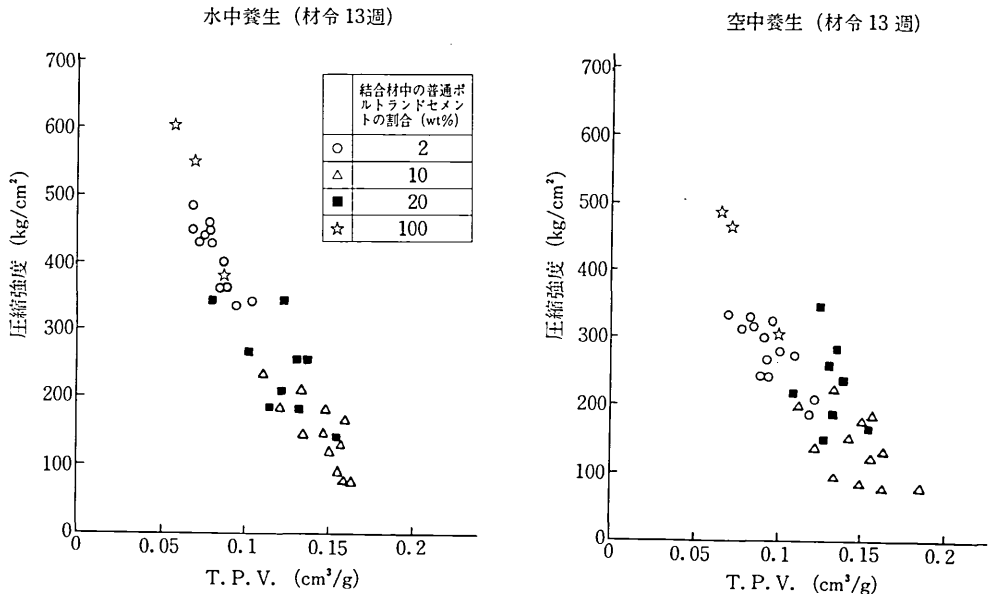


図-5 スラグ・セッコウ系結合材コンクリートの空隙量と圧縮強度

研究速報

向があるが多少バラツキは大きいことが認められる。

一方、鉄筋の発錆面積率とポロシチーの関係については、今回行った鉄筋の発錆実験に用いた供試体のポロシチーを測定しなかったので直接検討することはできない。しかし、配合等は全く同じで養生条件が比較的近い水中養生の場合と同じようなポロシチーになっていると考え水中養生したコンクリートの T. P. V. と平均発錆面積率との関係を示したものが図-6である。上記の理由からこの図のみから判断を下すことはできないが、普通ポルトランドセメントが2 wt%の場合には T. P. V. が小さくても発錆量が大きく、10 wt%以上では T. P. V. が小さいほど発錆量が小さくなるものと推定される。この結果は鉄筋の腐食を支配するコンクリート側の要因のうち、PH と permeability の2つの主要因のいずれが卓越するかによって説明することができると思われる。なお、この点に関しては材令52週の場合にさらに検討する予定である。

4. あとがき

スラグ・セッコウ系結合材を鉄筋コンクリートとして使用する場合の重要な性質の一つとして考えられる鉄筋の発錆について検討を行った結果、普通ポルトランドセメントに比べ発錆しやすいこと、その対策として防錆材

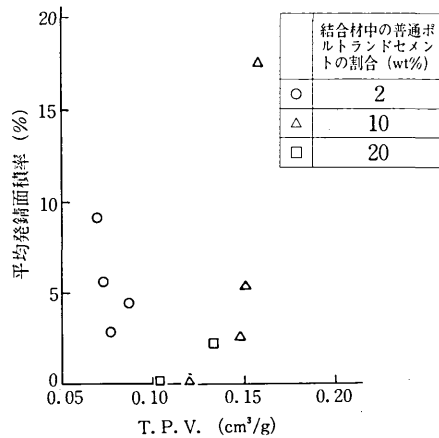


図-6 スラグ・セッコウ系結合材コンクリートの空隙量と平均発錆面積率 (防錆剤無添加)

を添加すれば良いこと等が明らかになった。今後は、コンクリートの強度の改善、耐久性について検討する予定である。  
(1979年4月16日受理)

参考文献

- 1) 小林, 武若 : 生産研究 Vol.30, No.6, 1978. 6.
- 2) 魚本, 小林, 星野 : 生産研究 Vol. 31, No.6, 1979. 6.

正誤表 (6月号)

頁	段	行	種別	正	誤
526	左	↓2	本文	広報車	広報紙
530	左	↑1	本文	訪問	訪門
534	上		図2のタイトル.	(文献5から引用).	(文献6から引用).
536	右	↓8	本文	を載いた.	を載いた.
548	左	↓23	本文	圧下率比 $r^*/r_{max}$ .	圧下率比 $r^*/r_{max}$ .