

# 高炉水碎スラグ-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(3)

## —圧縮強度と結合材配合比について—

Studies on Slag-Gypsum Cement Concrete (3)

魚本健人\*・小林一輔\*・星野富夫\*

Taketo UOMOTO, Kazusuke KOBAYASHI and Tomio HOSHINO

### 1. まえがき

本文は、高炉水碎スラグ・セッコウ系結合材を用いたコンクリートの圧縮強度に及ぼす高炉水碎スラグ、セッコウおよび普通ポルトランドセメントの配合比の影響を実験的に調べたものである。

### 2. 使用材料

#### 2.1 結合材料

結合材料としては、高炉水碎スラグ粉末、排煙脱硫石こう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。なお、石こうは殆どが二水石こうで、一部半水石こうを含んでいる。

#### 2.2 骨材

骨材は、富士川産の川砂および最大寸法20mmの秩父両神産の碎石を使用した。川砂は比重2.62、吸水量1.99%、粗粒率2.76で、碎石は比重2.64、吸水量0.65%、粗粒率6.62である。

### 3. 実験概要

高炉水碎スラグ、排煙脱硫石こう、普通ポルトランドセメントの割合を図-1に示すように高炉水碎スラグを60~90%、石こうを0~38%、普通ポルトランドセメントを2~20%まで変化させた結合材をつくり、各々の結合材を使用したコンクリートの圧縮強度、重量変化を

表-1 結合材料の品質

種別	比重	粉末度 (cm <sup>2</sup> /g)	化成成分(%)									
			ig. loss	insol.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	SO <sub>3</sub>	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Total
普通ポルトランドセメント	3.16	3180	0.4	0.0	22.0	5.1	3.3	1.3	64.7	2.3	—	99.1
高炉水碎スラグ	2.89	4320	2.6	—	32.9	12.3	0.9	6.0	41.0	1.0	0.5	97.2
排煙脱硫石こう	2.31	—注)	20.4	0.3	0.3	0.0	0.1	0.0	32.6	46.0	—	99.7

注) 排煙脱硫石こうの粉末度は1500±100 cm<sup>2</sup>/gである。

\* 東京大学生産技術研究所 第5部

調べた。なお比較のため普通ポルトランドセメントを用いた場合についても実験を行った。

コンクリートの配合は水結合材比(W/B)を40, 50, 65%とし、スランプがほぼ8±1cmとなるように定めた。養生条件としては水中養生(20°C)と空中養生(20°C, 50% R.H.)の2種類とし、空中養生の場合には初期養生として水中養生を1週間行った。

圧縮強度試験および重量変化率測定は同一の供試体(Φ10×20cm)を用い、試験は材令1週、4週、13週に行った。なお、重量変化率の測定は脱型時(材令2日)重量を基準として求めた。

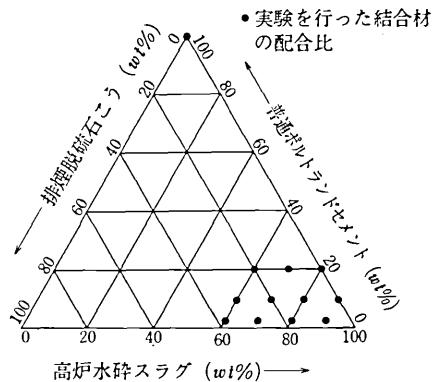


図-1 実験を行った結合材の配合比

## 4. 実験結果と考察

## 4.1 圧縮強度と結合材配合比

結合材の配合比が変化した場合、圧縮強度がどのように変化するかを調べたものが図-2、図-3である。これらの図は材令4週における圧縮強度分布図であるが、材令1週および13週においてもほぼ同様な傾向となっている。

図-2、図-3より今回行った実験範囲では次に示す傾向のあることが認められる。

(i) 普通ポルトランドセメント2wt%,高炉水砕スラグ70~90wt%付近に高強度帯が存在する。

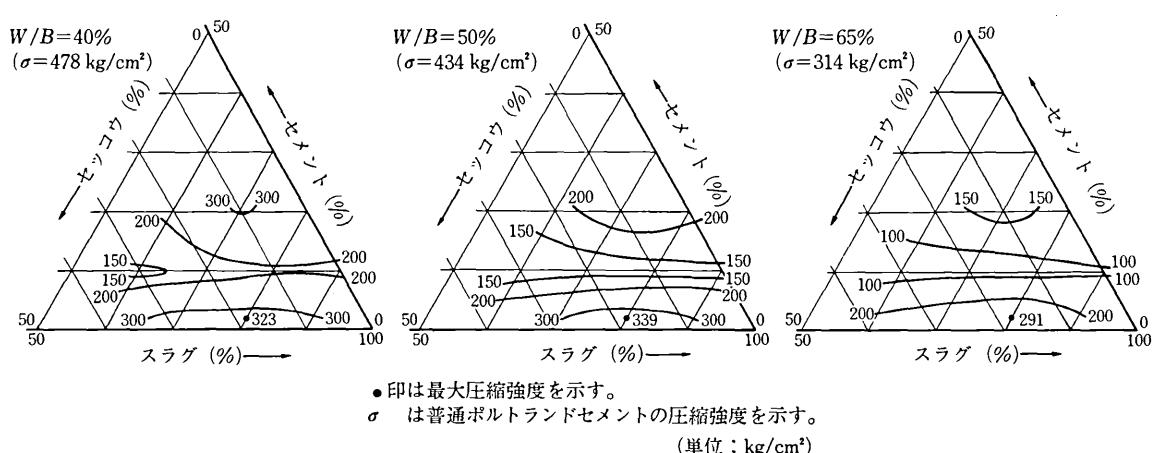
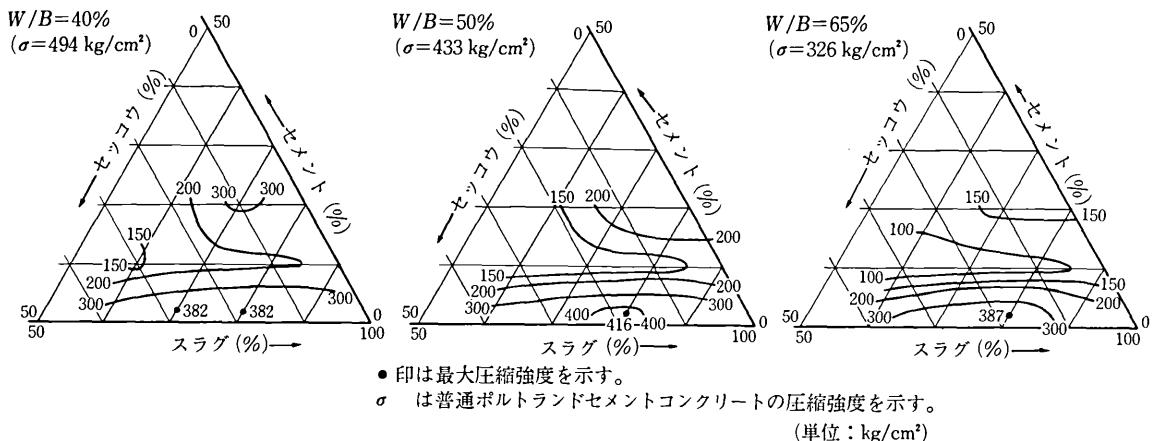
(ii) この高強度帯より普通ポルトランドセメントの割合をわずかに増加すると、圧縮強度は激減し、普通ポルトランドセメント10wt%付近に低強度帯が存在する。

(iii) 普通ポルトランドセメントを20wt%以上とす

るとセッコウの割合が10wt%以下でまた強度は増大している。

(iv) (i)の高強度帯の中でも高炉水砕スラグ80wt%,セッコウ18wt%前後が最も強度は高く、水中養生の場合、水結合材比の大きいものは普通ポルトランドセメントコンクリートと同等以上の強度が得られている。空中養生の場合も同様な傾向はあるが、強度に関しては普通ポルトランドセメントコンクリート以上の値は得られない。

これらの傾向から明らかのように、この高強度帯は非常に限られた領域であるため、結合材の配合比（特に普通ポルトランドセメントの割合）がわずかに変化するだけでコンクリートの圧縮強度は大きな影響を受けること。また養生条件の影響も普通ポルトランドセメントを使用した場合以上に受け易いことがわかる。なお、上記の高強度帯はいわゆる“高硫酸塩スラグセメント”的領域と



ほぼ一致している。

#### 4.2 圧縮強度と水結合材比

各配合比の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は一様ではないが、4.1で検討した高強度帯、低強度帯および普通ポルトランドセメント20wt%の領域の中から代表的なものを選んで図示すると図-4のようになる。

この図より、スラグ：セッコウ：セメント=80:18:2の場合をのぞき、コンクリート圧縮強度は水結合材比が大きくなるほど小さくなり、普通ポルトランドセメントコンクリートと同じ傾向を示している。しかし、このスラグ：セッコウ：セメント=80:18:2に代表される高強度帯に属する結合材はいずれもある水結合材比で最

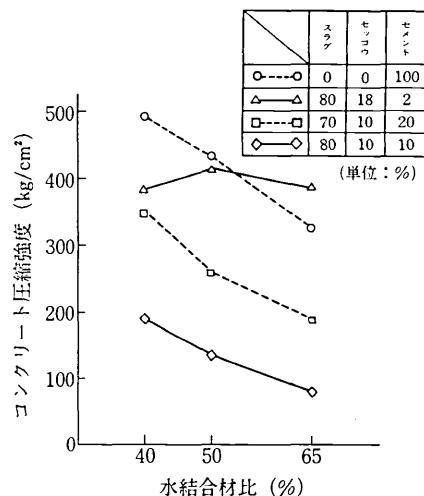


図-4 コンクリート圧縮強度と水結合材比との関係 (材令4週、水中養生)

大強度が得られており、他の結合材とは異なった性質を持っている。このような性質は、前報<sup>1,2</sup>で検討したスラグ：セッコウ：セメント=85:13:2の場合とほぼ同じと考えられる。

図-5は普通ポルトランドセメントコンクリートに対する高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材コンクリートの圧縮強度比と単位結合材量との関係を示した図である。

この図では多少のバラツキはあるものの次の傾向が認められる。

(i) いずれの配合比の場合にも、単位結合材量と圧縮強度比は相関性がある。

(ii) 結合材中の普通ポルトランドセメントの割合が2wt%の場合には単位結合材量の多いものほど圧縮強度比は小さく、逆に10wt%以上では単位結合材量が多いものほど圧縮強度比は大きい傾向がある。

ここで上記の傾向を前報<sup>2</sup>で検討した圧縮強度推定式

$$\sigma = K (1 + \alpha B) \cdot (1 + \beta W / B)$$

にあてはめて考えると、普通ポルトランドセメントが2wt%の場合には上式の定数 $\alpha$ ,  $\beta$ が $\alpha < 0$ ,  $\beta < 0$ となるが、10wt%以上の場合は $\alpha \geq 0$ ,  $\beta < 0$ となる。これは言い換えると、普通ポルトランドセメント2wt%の場合には前報の結果と同様に単位水量を一定とした場合、圧縮強度が最大となる水結合材比が存在するが、普通ポルトランドセメント10wt%以上では $d\sigma/dB > 0$ となるため圧縮強度が最大となる水結合材比は存在せず、水結合材比を小さくすれば強度が増加することを意味する。

以上の結果から、前報で検討した圧縮強度推定式の適用範囲としては、普通ポルトランドセメントが極度に少

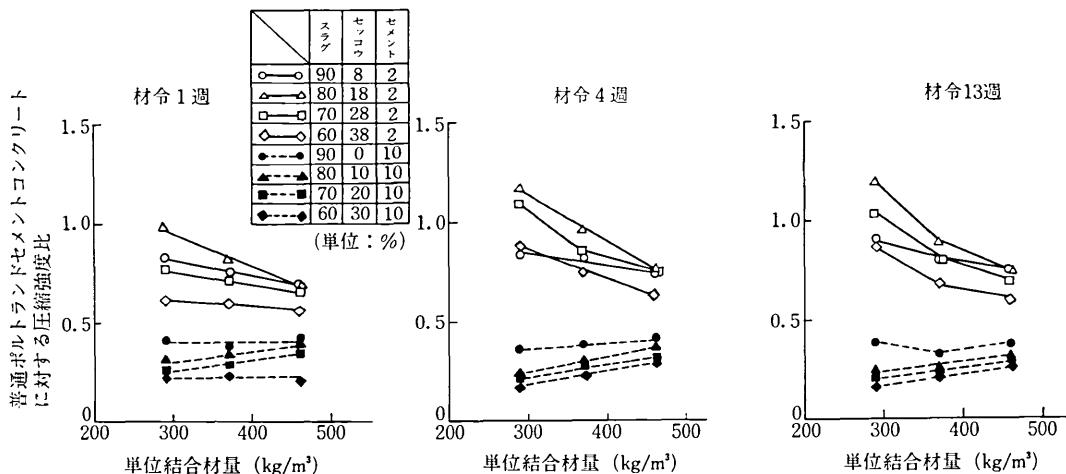


図-5 普通ポルトランドセメントコンクリートに対する圧縮強度比と単位結合材量との関係 (水中養生)

## 研究速報

ないこの高強度帯だけであると思われ、この領域に属する結合材は普通ポルトランドセメントとは異なった反応が生じているものと推定される。

## 4.3 重量変化と結合材配合比

圧縮強度の場合と同様にコンクリートの重量変化と結合材配合比との関係を調べると次のことがわかる。

(i) 水中養生を行った場合には、材令の経過とともにコンクリートの重量は増大し、圧縮強度の高い結合材配合比のコンクリートほど重量増加率は大きい。

(ii) 空中養生を行った場合には、材令の経過とともにコンクリートの重量は減少し、圧縮強度の高い結合材配合比のコンクリートほど重量減少率は小さい。

(iii) 普通ポルトランドセメントコンクリートと比較すると、普通ポルトランドセメントコンクリートより強度の高い場合には水中養生時の重量増加率は大きく、空中養生時の重量減少率は小さいが、他の場合には逆になる。

## 5. まとめ

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圧縮強度と結合材配合比との関係等を調べた結果次の点が明らかとなった。

(i) 普通ポルトランドセメント 2 wt %, 高炉水砕スラグ 70~90 wt %, セッコウ 8~38 wt %付近に高強度

帶が存在し、いわゆる“高硫酸塩スラグセメント”的領域と一致する。

(ii) この高強度帯より普通ポルトランドセメントの割合をわずかに増加すると、圧縮強度は激減する。

(iii) この高強度帯は他の領域と異なり、水結合材比を小さくしても強度増加はあまり見られず、前報で検討した近似式の適用範囲と考えられる。

(iv) コンクリートの重量変化は、圧縮強度の高い配合比のものほど水中での重量増加率は大きく、空中での重量減少率は小さい。

以上のことから、高炉水砕スラグ・セッコウ系結合材では強度に関しては“高硫酸塩スラグセメント”的領域が有利であるが、結合材配合比の変化に対し非常に敏感であることに関し、十分な配慮が必要である。特に普通ポルトランドセメントの割合には細心の注意が必要で、他のセメント類との混合使用は避けるべきである。

(1979年2月5日受理)

## 参考文献

- 1) 小林・魚本・榎本・森：生産研究，vol 30, No 6, 1978年6月
- 2) 魚本・小林・星野：生産研究，vol 30, No 10, 1978年10月

正誤表  
(2月号)

頁	段	行	種別	正	誤
80	上		UDC	UDC 541.127.027 541.128.03	UDC記号の脱落
117	上		"	UDC 624.07 519.3	"

(3月号)

頁	段	行	種別	正	誤
163	左	9	本文	Kevlar	K evler
"	"	9~10	"	$(-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-)_n$	化学式が抜けて空欄となっている。
170	"		図 18	$[ ]_n$	[ ]
196	右	↓ 11	本文	抑制	制 抑

(4月号)

頁	段	行	種別	正	誤
236	右		図-3の標題	ポリエチレン繊維補強	ポリエチレノ繊維補強