

正公員 ○ 魚本健人 (東京大学生産技術研究所)
正公員 星野嘉夫 (同 上)

1. はしがき

省資源、省エネルギーの観点より、産業副産物である高炉水砕スラグ及び排煙脱硫石こうを主体とした結合材を利用のセメントとして広範囲に利用することができれば、資源の少ない我が国にとって非常に有利となる。しかし、この種の結合材が我が国で実用化されにくい理由としては、この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強度がバラツキ易いこと、コンクリート表面が劣化し易いこと、さらにコンクリート中の鉄筋の錆蝕が起り易いことなどがある。これらの諸性質はいずれもこの結合材を利用のセメントとして実用化する場合に大きな問題となるもので、現象の解明並びに対策の検討が不可欠である。そこで本研究は、この結合材を実用化することを目標として上記問題点に対する基本的な検討を加えたものである。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

結合材として用いた高炉水砕スラグ（以下スラグと略す）、排煙脱硫石こう（以下石こうと略す）及び普通ポルトランドセメントの品質は表-1に示すもので、これらの材料を重量比で85:13:2の割合で混合したものを基準配合比とした。実験に用いた骨材は最大寸法20mmの砕石（秋夕面神産）及び川砂（富士川産）である。

2. 2 実験方法

コンクリートの配合はスランプが7cmとなるような配合とし、養生条件は水中養生（20℃）と空中養生（20℃、50% R.H.）の2種類とした。また、セメントの風化実験は20℃、90% R.H. の室内で行った（スラグS₂は風化実験でのみ使用、他の実験は全てスラグS₁）。

3. 実験結果と考察

3. 1 セメントの風化

スラグと石こうの割合を85:13と一定にし、普通ポルトランドセメントの添加量を0~7%とした結合材を28日間風化させた場合の強度特性を図-1, 2に示す。この図から明らかなようにこの結合材は普通ポルトランドセメント添加量により著しい強度変化を起し、

風化させた場合には全体が平行移動したかのような変化を示す。即ち、この結合材は風化により主にアルカリ刺激剤である普通ポルトランドセメントが消費されると考えよう。このためセメントの風化を考慮すると、最適値

表-1 結合材料の品質

	比重	粉末度 ($\mu\text{m/g}$)	化 学 成 分 (%)								合計
			ig. loss	insol.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Total Sulfur	
高炉水砕スラグ (S ₁)	2.89	4320	1.0	2.4	32.9	12.3	0.9	6.0	41.0	1.0	97.5
高炉水砕スラグ (S ₂)	2.92	3630	0.3	0.3	33.4	12.6	1.0	6.1	42.3	1.2	97.2
排煙脱硫石こう	2.33	1580	20.2	0.5	0.3	0.1	0.2	0.1	32.6	45.4	99.4
普通ポルトランドセメント	3.16	3330	0.4	0.1	22.0	5.4	3.1	1.4	64.5	2.2	99.1

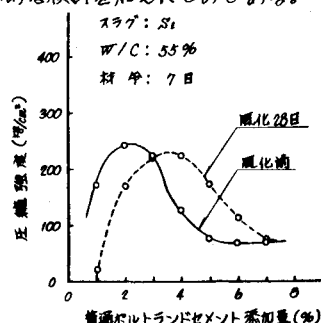


図-1 セメント風化時の強度変化

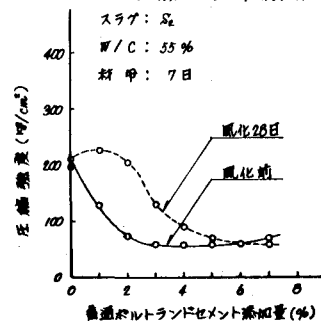


図-2 セメント風化時の強度変化

より多めのアルカリ刺激剤を添加するか、アルカリ刺激剤を別途添加するようにする必要がある。なお、スラグ₂は既にアルカリ刺激剤が混入していると考えられる。

3.2 コンクリート強度と表面劣化

この結合材を用いたコンクリートは水中養生した場合、若材令では普通ポルトランドセメントに比べ低い強度を示すものの、材令4週以降ではより高い強度となる。(図-3参照) なお、図-1から明らかなようにアルカリ刺激剤による強度変化が大きいため、セメント量の多い配合では十分な練り混ぜが必要である。⁽¹⁾⁽³⁾

空中養生とした場合、この結合材を用いたコンクリートは空気中のCO₂及び水分の浸透により水和反応の停止及び水和物(主にエトリンガイト)の分解が起り、表面が劣化する。このときの断面寸法の小さな場合には強度低下が起るが、この劣化深さは中性化深さと近い一線を示す。(図-4参照) このため、実構造物に適用する場合にはコンクリート表面に処理を施すが、地中、水中構造物に適用する方が有利であると考えられる。なお、初期水中養生期間を長くすることにより強度低下を減少させることも可能である。(図-5参照)

3.3 コンクリートの乾燥収縮

普通ポルトランドセメントコンクリートの場合に比べ、この結合材を用いたコンクリートは初期水中養生期間の影響を受け易い。即ち、普通ポルトランドセメントの場合、初期養生期間を1週から13週まで行っても乾燥収縮は殆んど変化しないが、この結合材の場合には初期水中養生期間が長いものほど乾燥収縮は減少する。(図-6参照) このため、十分初期養生を行なった場合には普通ポルトランドセメントコンクリートよりも乾燥収縮は少なくなる場合が生じる。

3.4 コンクリート中の鉄筋の発錆

普通ポルトランドセメントコンクリートの場合に比べ、この結合材を用いたコンクリート中の鉄筋の発錆量は多い。これは主にこの結合材中の硫酸分による鉄筋不動態膜の破壊などによると考えられるが、亜硝酸ナトリウムの添加により防止することが出来る。⁽²⁾ しかし、この結合材を用いたコンクリートでは中性化深さが大きいため、十分なカバーを取りと同時に亜硝酸ナトリウムの添加が不可欠であると考えられる。

4. あとがき

本研究に対し昭和53年度吉田研究奨励金が授与されたことに対し深く感謝いたします。また、本研究を行うにあたっては終始ご厚幸なる御指導を賜わった小林一輔教授に厚く御礼申し上げます。

<参考文献> 1) 魚本、小林、星野：第1回コンクリート工学年次講演会(1979)、2) 魚本、小林、星野：第34回土木学会年次学術講演会(1979)、3) 魚本、小林：土木学会論文集(投稿中) 4) 魚本、小林、星野：第2回コンクリート工学年次講演会(1980) 5) 小林、魚本：生産研究 Vol.32, No.3 (1980)

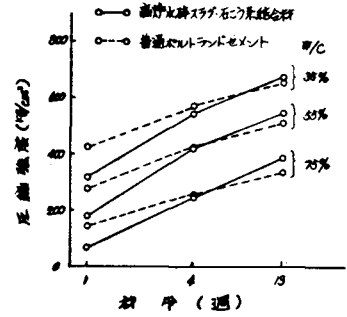


図-3 圧縮強度と材令

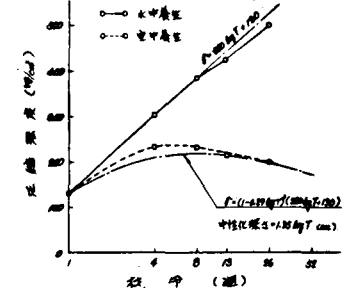


図-4 圧縮強度と中性化深さ

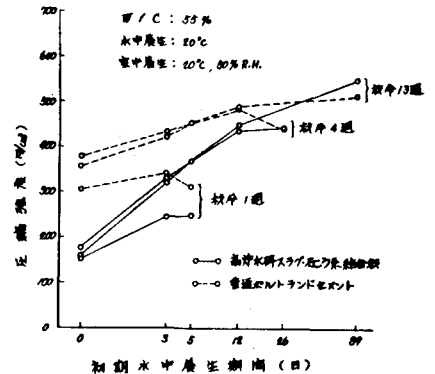


図-5 圧縮強度と初期養生期間

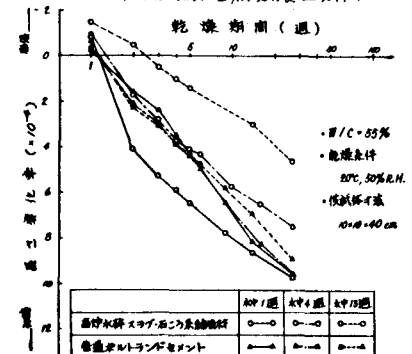


図-6 乾燥収縮と初期養生期間