

九州工業大学 正 員 渡 辺 明
同 正 員 〇 高 山 俊一
同 学 生 員 高 倉 篤

1. まえがき

微粉末にした水さいにアルカリ刺激材として消石灰を加えてスラグセメントを作ってみた。一昨年、水セメント比50%のスラグセメント使用コンクリートが材令91日で圧縮強度413 kg/cm^2 を示し、ポルトランドセメントを全く使用せず水さいがセメントとして使用できる可能性がでてきた。スラグセメントはポルトランドセメントに比べて水和熱がかなり小さくて優れているが、強度、凝結時間などの点で劣るようである。水さいと同様に有効な利用方法が待たれている脱硫石膏を水さいと混和し、スラグセメントの物理試験を行なってみた。

2. 使用材料 微粉砕した水さいは新日鉄

化学工業(株)製で、比重、粉末度および化学分析結果を表-1に示す。消石灰は福岡県石灰化工協業組合製、脱硫石膏(比重2.42)は電力会社製、各硬化促進材は一級試薬をそれぞれ使用した。

表-1 微粉砕した水さいの試験結果

比重	粉末度 (cm^3/g)	化 学 分 析 (%)						塩基度
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Total	
2.90	3920	32.6	15.7	0.7	42.1	5.0	96.1	1.93

3. 実験結果および結果考察

(1) 凝結試験 表-2は(水さい)+(脱硫石膏)に消石灰を添加した場合の凝結試験結果である。凝結始発および終結はそれぞれ2~4時間、6~10時間となっている。消石灰添加量が0.5%の場合、凝結時間が最も早くなって始発は2~3時間、終結は6~8時間である。消石灰量が増加すると、凝結時間が遅くなるようである。

(2) 水和熱試験 ポルトランドセメントおよびスラグセメントの水和熱試験結果を図-1に示す。促進材添加の配合はすべて水さい:消石灰:促進材=9:1:1である。水さいと消石灰単味のスラグセメントの水和熱は材令91日でわずか約40 cal/g であり、促進材を添加すると凝結時間が早くなるなど水和反応が促進されるため約60 cal/g と若干大きくなる。しかしながら、材令28日の普通ポルトランドセメントの場合に比べると著しく小さいことが認められる。

(3) 水さいに脱硫石膏と消石灰を混入した場合 水さいと脱硫石膏の比を9:1, 8:2, 7:3とし、消石灰量を0%, 0.5%, 1%, 2%, 5%, 10%として混入した結果を図-2, 図-3に示す。水さいと脱硫石膏が9:1で材令28日における強度と消石灰混入量の関係は、消石灰1%で強度が最も小さくなり、消石灰量を増加させると強度

表-2 凝結試験結果

水さい:脱硫石膏:消石灰(%)	凝 結 時 間 (h)	水量(%)
	2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	
7:3	0	38.5
	0.5	38.8
	1	38.8
	2	38.3
	5	38.8
	10	39.5
8:2	0	36.3
	0.5	36.3
	1	36.3
	2	35.8
	5	37.5
	10	39.0
9:1	0	35.5
	0.5	36.3
	1	36.3
	2	36.3
	5	36.5
	10	38.3

水さい+脱硫石膏+消石灰=400g

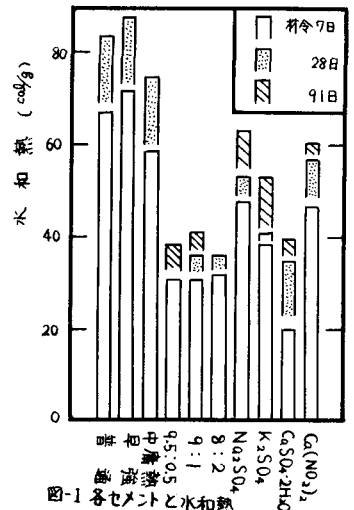


図-1 各セメントと水和熱

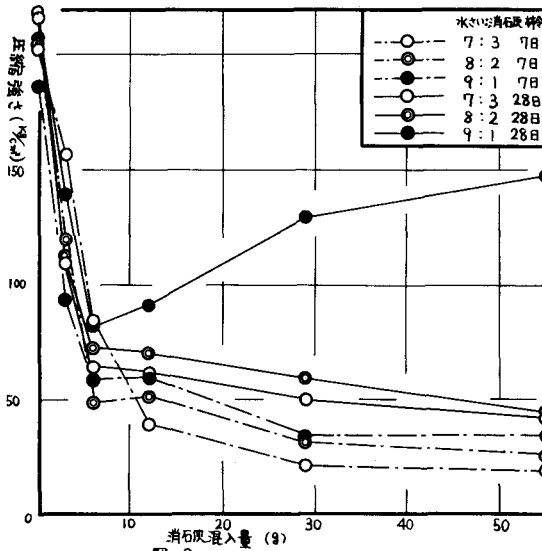


図-2 圧縮強度試験結果

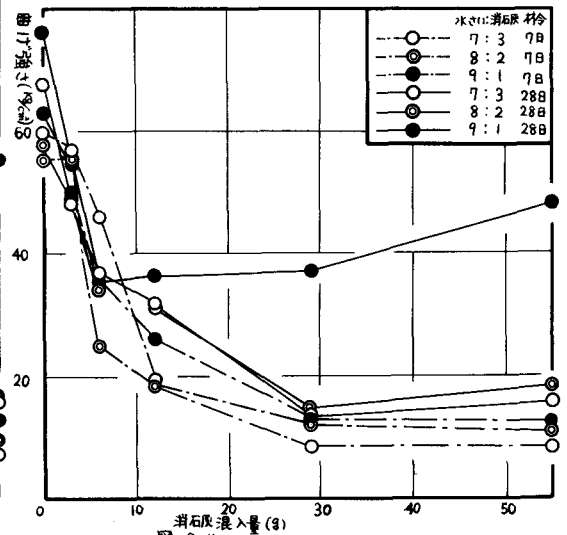


図-3 曲げ強度試験結果

が大きくなる傾向にあり、他の配合の場合と異なっている。図-2によると材令7日で消石灰無混入の圧縮強度は約200 kg/cm²を示して若材令において極めて良好な結果である。だが、消石灰を混入した場合および材令28日では良好な結果は得られなかった。このことは、図-3に示されているように曲げ強度も同様な傾向がみられる。

(4) スラッグセメントの空中養生 水中養生から空中養生へと条件を変えた場合の強度と材令の関係を図-4に示す。スラッグセメントは空中養生に変えると、圧縮強度の場合、強度の伸びが小さくなり、特に空中養生28日以降の伸びが緩慢である。硫酸ナトリウムを添加すると、水さいと消石灰単味の場合に比較し、若材令において促進効果が発揮されて圧縮強度は大きくなっている。しかしながら28日水中養生を行なうと強度差はなくなり、空中に放置すると無添加の場合が若干大きくなっている。曲げ強度は、養生条件による影響が大きく、特にスラッグセメントは空中放置3日後に強度低下が起こっている。他方、普通ポルトランドセメントは空中に放置後も大きな低下はみられず、水中養生2日および6日実施した場合には空中養生でも強度の伸びがみられる。硫酸ナトリウムを添加したスラッグセメントは、空中放置後の強度低下が著しく、空中養生では強度の伸びがほとんどみられず、硫酸ナトリウムが逆に悪影響を及ぼしているとも考えられる。これは、硫酸ナトリウムの添加による水と反応が著しく促進されるが内部はかなりルーズな結晶質となっているために、空中放置によって未水合の水が蒸発されやすくなって乾燥収縮が大きくなり、供試体には収縮応力ないし収縮によるマイクロクラックが発生していると考えられる。そのため曲げ強度が低下したものと考えられる。

終りに本研究にあたり数々の御援助を賜った新日鉄化学工業セメント研究所赤津健所長および多くの方々に深謝の意を表す。
参考文献 1) 渡辺, 出光, 岡部, 森: スラッグセメント(微粉砕した高炉水さい)に関する2,3の実験, 第30回セメント技術年報, 1976, P.116~P.118

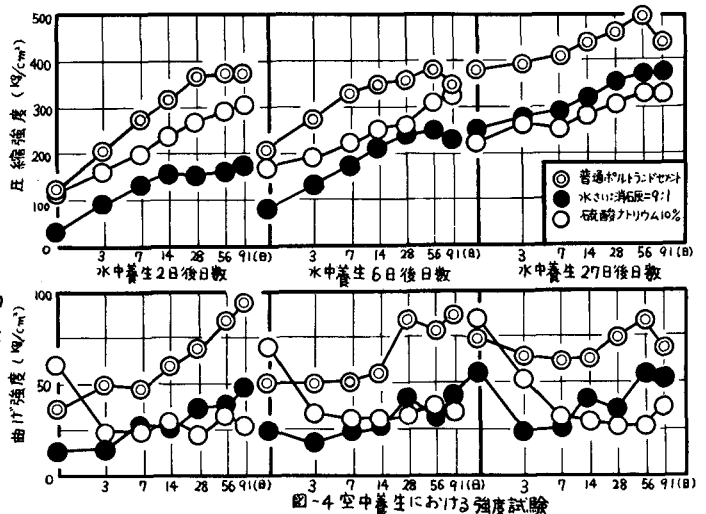


図-4 空中養生における強度試験