

九州工業大学 正員 渡辺 明
九州工業大学 学生員 高木 実
九州工業大学 学生員 下田 努

1. まえがき

近年、産業廃棄物を積極的に再利用するための実験、研究が盛んに行なわれている。著者らは数年前より、ポルトランドセメントを全く使用せず、微粉末の高炉水さい、排煙脱硫石膏および消石灰を主成分とするスラグセメントを作製し、その品質試験を行ってきた。その結果、スラグセメントコンクリート（以下 スラグコンクリートと呼ぶ）は、水セメント比50%、材令28日で圧縮強度335kg/cm²を示し、使用可能ではないかと考えられる。本報告は、スラグセメントを用いたモルタルおよびコンクリートの諸性質に関する試験結果である。

2. 使用材料

セメントには、微粉末水さい（粉末度3840cm²/g）、未処理水さい（以下 水さいと呼ぶ）、脱硫石膏、消石灰を数種組み合わせたものを用いた。骨材には、海砂、豊浦産標準砂を用いた。

3. 結果と考察

3-1 スラグセメントに関する結果考察。水さい-脱硫石膏-消石灰の配合と曲げ強度を図-1に示す。同図によると消石灰が微量でも混入されると曲げ強度は低下するが、水さい：石膏=7：3および8：2の配合で、消石灰混入量0%と2%以上の部分とを比較すると、強度は1/3以下に低下しているのが認められる。他方、水さい：石膏=9：1の配合では消石灰が混入されると強度低下が認められるが、20%程度の低下にとどまっている。

3-2 スラグコンクリートの長期強度と養生方法。水中養生における各養生による圧縮強度と長期材令の関係と配合を図-2と表-1に示す。同図によると、水中養生を行なったスラグコンクリートの強度の伸びは順調であり、57週強度は、%45、%50で549kg/cm²、467kg/cm²と、%55の高炉セメントコンクリートの強度を上回っている。同図に示されているように微粉末水さいと脱硫石膏は化学的に長期でも安定し

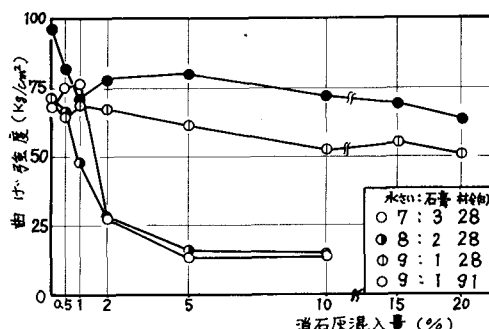


図-1 曲げ強度と消石灰混入量との関係

表-1 コンクリートの配合

コンクリートの種類	W/C (%)	S/A (%)	単位重量 (kg/m³)				
			水	水さい	脱硫石膏	細骨材	粗骨材
スラグセメント	45	38	188	376	42	615	1051
	50	39	1895	341	38	643	1053
	60	41	1925	289	32	694	1046
	65	42	194	269	30	717	1038
高炉セメントC種	8:2	55	40	191	278	69	666
	55	47	191	347	794	978	

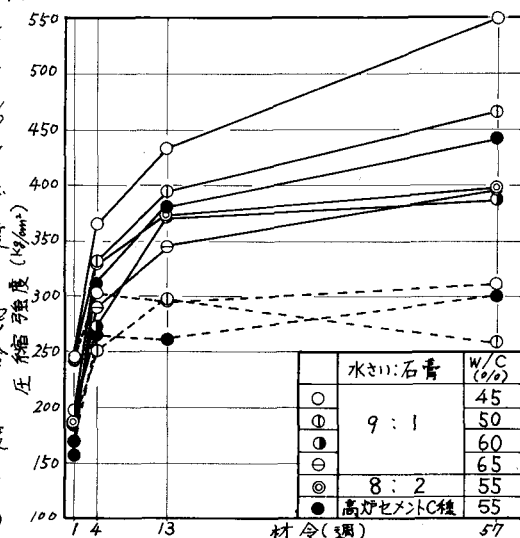


図-2 圧縮強度と材令の関係

ており、スラグセメントとして優れた組み合わせと考えられる。供試体脱型後、恒温水(20±1℃)で気中養生(湿度60~70%)を継続したスラグコンクリートの強度は、4週手できなりの伸びが認められるが、以後ほとんど伸びない。しかしながら高炉セメントコンクリートも同様な傾向が認められ、スラグコンクリートだけが気中

養生に対して劣るものではないと考えられる。なお、養生温度の違いによる強度差に関しては講演の際のべる。

3-3 引張り、曲げ、圧縮強度と未処理水さい混入量の関係。微粉末水さいのブレン値を下げる意味で、未処理水さいを混合したスラクセメントについても調べた。図-3に圧縮、引張りおよび曲げの各強度と水さい混入量の関係を示す。同図より圧縮強度は、水さい混入量が増加するとともに低下するが、曲げ強度は水さい混入量10%、20%では大きく変わっていないという興味深い結果が得られた。従って水さい混入量20%程度までであれば圧縮強度も200%程度あり、強度面から考える限り有効であろうと思われる。

3-4 耐久性。凍結融解試験結果を相対動弾性係数および重量減少率と凍結融解のサイクル数の関係で表わし、図-4に示す。同図によると、スラクコンクリートの耐久性も普通セメントコンクリートと同様、空気量に大きく影響されることがわかる。すなわち、空気量が小さくブリージング率の大きな配合7、配合2および配合3の各コンクリートは、わずか30~50サイクルでたわみ振動数が測定できなくなる程度まで劣化するが、空気量が4.6%と最も大きい配合5のコンクリートは高炉セメントで空気量5.6%のものにほぼ近い耐久性を示している。以上より耐凍結融解性の優れたスラクコンクリートを得るには、AEコンクリートとし、普通セメントの場合と同程度の空気量を混入すれば良いと考えられる。次に、中性化試験結果を表-2に示す。絶えず水中養生したものは中性化は全く見うられなかった、スラクコンクリートは高炉セメントコンクリートより中性化が進んでおり、水中養生期間の短いもの程その傾向が著しかった。中性化深さと、コンクリート表面からの青色部分(スラクコンクリート特有の地色)までの深さはほぼ一致していた。スラクコンクリートの表面の脆弱化は主に、生成したエトリンガイトが空気中のCO₂の作用で破壊されるためといわれており、中性化が、即、脆弱化につながる可能性もあると考えられる。

3-5 鉄筋発錆。通常セメントに比べてスラクセメントが鉄筋の発錆にどの程度影響を及ぼすかを調べた。まずφ10×20の円柱供試体中央によく磨いた丸鋼φ3を埋め込んで試験体を作製した。養生は4週水中以後は、気中養生した。現在実験続行中であるが、22週までは、発錆状況1時1分と全く同じであった。

4. 結論

スラクコンクリートは、諸強度、耐久性、鉄筋発錆への影響などの点については、高炉セメントC種とほとんど変わらないこと。加えて水和熱が低いこと、安価であることなどの長所を有することが明らかとなった。しかしながらポルトランドセメントに比べて初期養生の強度への影響が極めて大きいこと、中性化が著しいことなどの欠点があり、また品質のバラツキの問題はとも残っている。最後に本実験に御協力くださった新日鉄化学の皆様方に深く感謝いたします。

5. 参考文献 1) 桑井徳竹、山川 穂木、石灰スラセメント(一種のメソソリーセメントの試験研究第6報、石膏と石灰、No.47、1960、pp 131~136。

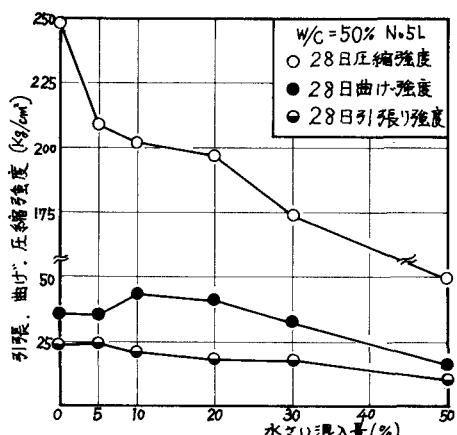


図-3 水さい混入量と引張曲げ圧縮強度との関係

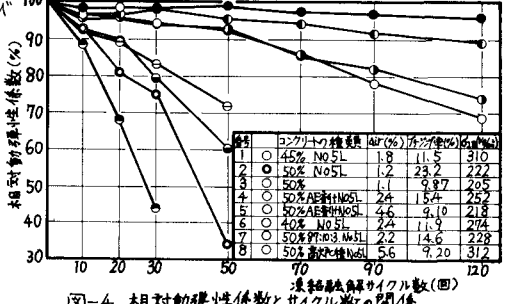


図-4 相対動弾性係数とサイクル数の関係

表-2 中性化試験結果

種類	W/C	養生条件	モルフル	フェーレン
スラクセメント 9:1	55	水中1年	0	0.95
		気中1年	19.3	20.3
		水中13週	0	0
		水中26週	0	0
		水中4週後気中3週	2.8	3.5
		水中4週後気中12週	6.1	6.8
		水中4週後気中1週	1.8	2.6
		水中4週後気中9週	2.0	4.6
スラクセメント 8:2	55	水中4週後気中22週	7.7	7.1
		水中4週後気中22週	11.4	10.7
		水中1年	0	1.4
		気中1年	19.3	19.5
高炉セメント C種	55	水中1年	0	0
		水中4週後気中22週	1.6	2.6
普通ポルト	55	水中1年	9.0	10.5
		水中4週後気中22週	0	0