

水砕スラグを主成分とした非構造硬化体

岡山大学 工学部 正会要 阪田 嘉次
川崎製鉄 スラグ部 山田 照忠
、 正会要 二町 宣洋
、 、 〇与 田 昭男

1. まえがき

水砕スラグは高炉から副生される溶融スラグを水で急冷して得られるが、製造条件を操作することによって硬質水砕スラグと軟質水砕スラグにつくり分けられる。硬質水砕スラグは破砕、粒調することにより、昨平JIS化された高炉スラグ細骨材として使われており、軟質水砕スラグはセメント向けとして高炉セメントの原料および普通セメントの増量材に、また土木向けとして盛土材、護岸裏込材用に主に使われている。

筆者らは、未利用資源の有効利用の一環として、軟質水砕スラグの潜在水硬性と大きい被破砕性に着目し、地盤沈下などにより生じた空洞への充填材、またはトンネルの裏込注入材などに利用できる材料として、破砕、粒調した軟質水砕スラグ（以下粒調水砕スラグと記す）を用いた軽量硬化体を開発したのでここに報告する。

2. 粒調水砕スラグの特性

水砕スラグの潜在水硬性とは、そのままでは水と接触させても水硬性を示さないが、アルカリ性の条件下、すなわち少量の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と共存させるとセメントのような水和反応を起して硬化することである。これはセメントが単に水と混ざるだけで硬化する自硬性とは区別されるべきものである。ここにモルタルのフロー値を一定とし、0.15mm以下のスラグ粉の混入率（細骨材量%）を変化させて試験結果を図-1に示す。

また、スラグ粉がまた固まらないモルタル・コンクリートの性質に及ぼす影響は砕下りの碎石微粉と同じようにセメントと同等と考えられ、硬化に及ぼす影響は砕下りの碎石微粉の傾向と違い、図-2に示すようスラグ粉混入による $(C+D)/W$ の増加に対して強度が増大する傾向を示している。

軟質水砕スラグは写真-1に見られるように形状が角ばっており、空隙が多く、軽量であるので大きい被破砕性が期待できる。表-1、図-3、4に水砕スラグの被破砕試験結果を示す。破砕することにより軟質水砕スラグは注入用細骨材として最適な粒度分布が得られ、物性面でも大いに改善されることを示している。

3. モルタルの特性

表-2に粒調水砕スラグを主成分とした配合設計例を示す。充填用と裏込注入に用いられる注入モルタルは強度は小さくともよいが、ポンプなどを用いて圧入する関係から、分離・凝結性状の点で充分な作業性を持たなくてはならない。作業性としては軟かさ、ブリージング、保水性が中心となる。粒調水砕スラグを細骨材とした場合、先に述べた潜在水硬性により強度発現効果と粒調水砕スラグの軽さと破砕により多量にできるスラグ粉より、分離抵抗が大きくなり、ブリージングを少なくする効果が得られた。

さらに赤加剤として用いた有機化合物からなる粘性剤はモルタル液相の粘性を増大させ、かつ高い保水性を確

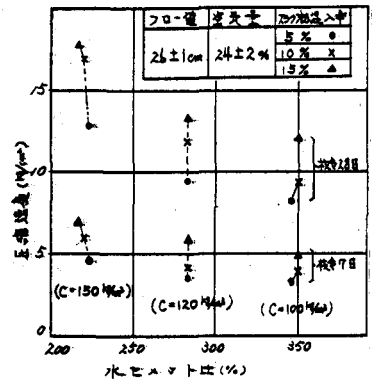


図-1 スラグ粉と圧縮強度の関係

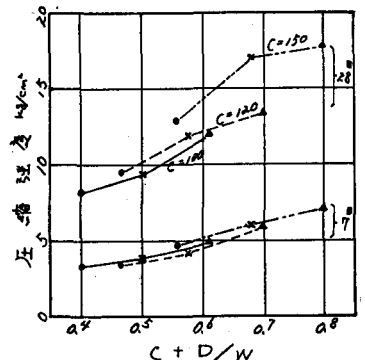


図-2 骨材量に対する圧縮強度と $(C+D)/W$ の関係

保する効果が認められた。このように粒調水砕スラグと粘剤を用いたモルタルはセメント量に大に削減させ、さらに多量の水を含有させることが可能となり、同時に保水性のよい、グリーzingの少ない、流動性のよいモルタルが得られた。

さらに、単位セメント量、単位水量を調整することにより、凝固時間を自由にコントロールすることができ、たとえばモルタルAは凝固開始までに15時間かかり、この時間まで注入作業を継続することが可能となった。

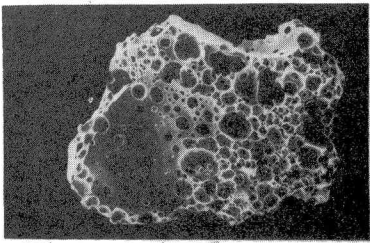


写真-1 軟質水砕スラグ (x45)

水砕スラグの種類	試験	比量	吸水率 (%)	単位体積重量 (kg/m³)	実積率 (%)	相対率 FM
軟質	試験前	1.07	4.76	766	80.5	2.76
	試験後	2.35	0.25	1,233	53.6	1.70
硬質	試験前	2.58	1.96	1,288	89.7	3.14
	試験後	2.28	0.85	1,595	67.4	2.28

インパクトラッシュの試験値は同一

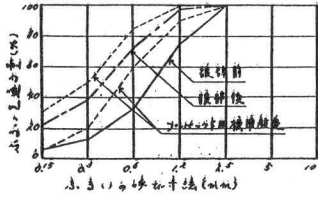


図-3 軟質水砕スラグの粒径分布

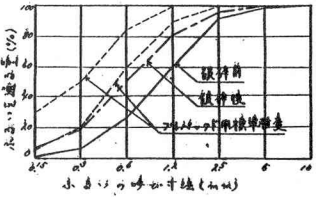


図-4 硬質水砕スラグの粒径分布

表-1 水砕スラグの破砕砕性試験結果

モルタルの種類	砂比	w/c (%)	1 m³当りの配合 (kg/m³)					結果		
			セメント	細骨材スラグ	水	粘剤	硬化剤	減水剤	空気量 (%)	圧縮強度 (MPa) 7日 28日
モルタル A	1:9	330	100	912	330	0.5	0.7	0.2	25	240 46 9
モルタル B	1:3	116	280	907	326	0.56	0.84	0.42	20	240 43 73
モルタル C	1:3.5	132	300	1052	397	0.9			6	220 47 86
モルタル D	1:2	114	400	844	455	1.2			6	270 74 134

表-2 注入モルタルの配合設計例と測定結果

4. 考察

水砕スラグを便に注入モルタルの開発は、従来の粉状レバメントと粉とを比較しての研究事例は数多くあるが、細骨材としての研究はまだ数少ないと思われる。

今回開発した注入モルタルは用途により要求される項目を満足するように水砕スラグに細骨材にバインダーの役目を持たせたものである。たとえば表-2のモルタルAは強度とあまり必要とせず、左東地盤より軽く、適切な可成時間が要求される場所（地盤表下により生じた空洞よりは漏洩が予想される防空壕や坑道など）に適用でき、モルタルB、Cは次工程に進めるために適当な可成時間が得られ、ある程度の強度を保障し、かつ軽量であることが要求される場所（トンネル、シールドなど）の裏込めまたは建築用フロアの断熱、カサ上げと屋上防水シートの押さえなど）に適用でき、モルタルDは比較的狭い断面に注入するため、特に材料分離抵抗が要求される場所（表下により生じた鋪設道路下部の空隙など）に適用できるものである。

水砕スラグは年間約1000万トン生産されており、その6割がセメント用に使われ、他に土木用、コンクリート骨材用、肥料用と多岐にわたって使用されている。今回のような新建設としての用途開発はまだ大に可能性を含んでおり、今後さらにスラグの特性を生かした建設時のコスト・ミニマム指向がなされるべきである。

【参考文献】

- 1) 玉中、松下；砕砂コンクリートの配合修正方法 55年度年次学術講演会概要集
- 2) 牧野、徳光；破砕および砕石微粉が硬化モルタルの性質に及ぼす影響 同上
- 3) 日本鉄鋼連盟、鉄鋼スラグ協会；高炉スラグ需給利用後計 55年度