

水砕スラグと石灰系微粉体による混合材料の 土質工学的性質に関する考察

岡山大学環境理工学部 フェロー 河野伊一郎
岡山大学環境理工学部 正会員 竹下祐二
岡山県石灰工業協同組合 田村二郎
岡山県庁 小田 剛
岡山大学大学院 学生員 ○塩尻大輔

1. はじめに

水砕スラグの最近の動向としてはスラグの単体使用ばかりでなく石灰、セメント、セッコウなどと混合し複合材料としての使用が増加している。そこで、この混和材として消石灰、水洗ケーキ、炭酸カルシウムの3種類の石灰系微粉体を添加させ、水砕スラグと3種類の石灰系微粉体を土木材料として有効利用することを目的とした複合材料の基礎特性について、特に石灰系微粉体の添加率や養生条件が水砕スラグの硬化速度や強度増加に与える影響について検討した。

2. 実験方法

実験内容としては表-1のように水砕スラグにそれぞれ石灰系微粉体の添加量を変えて混合材料を作成し、その基本的性質を調べるために密度試験・粒度試験・pH試験・締固め試験を行った上で所定材令に達した後一軸圧縮試験を行った。供試体は含水比が15%で一定となるように加水し、電動ミキサーで10分間均一になるように練り混ぜた後、内径10cm高さ20cmのモールドに $\rho_d=1.3\text{g/cm}^3$ となるように試料を詰めて作成した。養生期間は1・10・20・30・60・90日とし、所定の材令が経過するまで水浸、非水浸に分けて養生した。各混合材料の密度、粒度については表-2、図-1に示すとおりである。

表-2 各試料の密度

	密度 ρ_s (g/cm ³)
A	2.636
B	2.617
C-1	2.650
C-2	2.659
C-3	2.673
D-1	2.560
D-2	2.634
D-3	2.679

表-1 試料の配合率（乾燥重量比）

No.	水 砕 スラグ	水 洗 ケーキ	消石灰	炭 酸 カルシウム
A	100	0	0	0
B	90	0	10	0
C-1	80	10	10	0
C-2	70	20	10	0
C-3	60	30	10	0
D-1	95	0	0	5
D-2	90	0	0	10
D-3	85	0	0	15

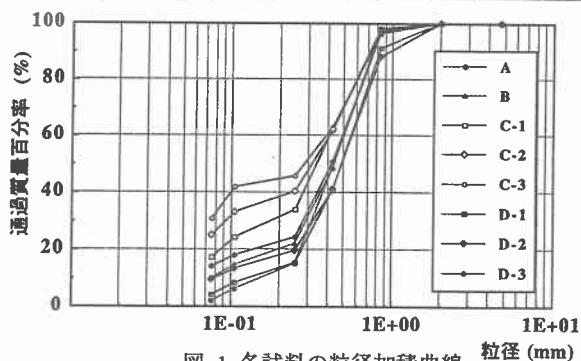


図-1 各試料の粒度加積曲線

3. 実験結果および考察

(1) pH 値経時変化

各種試料のpH値経時変化を図-2に示す。水砕スラグ単体Aは初めの10日間ほどでpH値8から11程度まで急激に上昇し、潜在水硬性を発現できるといわれている11程度で一定となっている。シリーズB、Cでは消石灰を10%加えているためアルカリ性が高くpH値は13程度で推移し、炭酸カルシウムを添加したシリーズDは水砕スラグ単体と同様の挙動を示している。水浸養生では各試料ともアルカリ性成分が希釈されpH値が低くなっている。

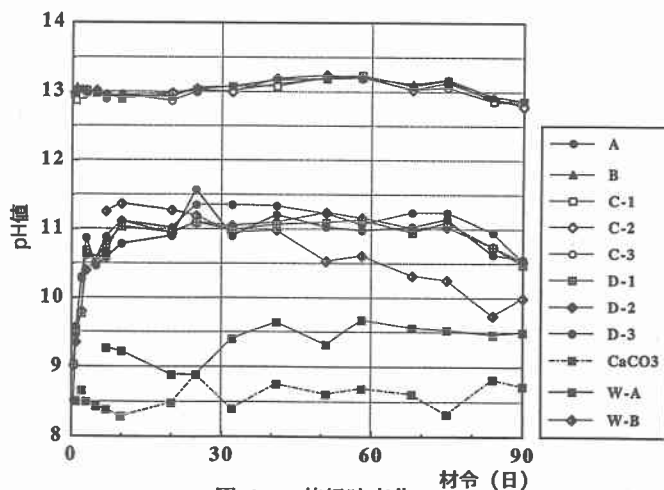


図-2 pH 値経時変化

(2) 締固め特性

各試料を突き固めによる締固め試験(2.5kgランマー、25回、乾燥法で非繰返し法)で求めた締固め曲線を図-3に示す。スラグ単体のAでは乾燥密度は約 1.3g/cm^3 とかなり小さいが、石灰系微粉体の量によって締固め曲線の形が変化し、細粒分40%のときに最大乾燥密度 1.76g/cm^3 、最適含水比13.5%となり締固め効果が最大となる。水砕スラグにその空隙を埋めるのに適した量の細粒分を加えれば最も締固め効果が発揮されるというわけである。

(3) 強度特性

一軸圧縮試験を行った結果供試体の破壊形式、圧縮強度は大きく2つに大別できる。

シリーズA、Dに対する材令と一軸圧縮強度の関係を図-4に示す。水砕スラグ単体であるAは時間の経過とともに徐々に強度が増加し、特に30日養生までの強度増加が大きい。シリーズD

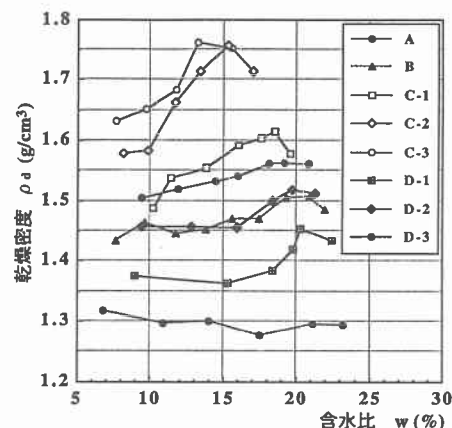


図-3 締固め曲線

は炭酸カルシウム添加量の差による強度の変化はあまりみられず、10日養生あたりまではAとほぼ同様の挙動を示す。

シリーズB、Cに対する材令と一軸圧縮強度の関係を図-5に示す。シリーズB、Cは全体的に材令と比例して強度が著しく増大している。シリーズCの水洗ケーキ添加量による影響をみると、シリーズB、Cは消石灰を一律10%添加していることを考えれば、水洗ケーキによる強度低減効果が顕著に表れている。しかも材令とともにその効果は大きくなっており消石灰と水洗ケーキを添加した場合、水洗ケーキの添加量によって消石灰が引き出す潜在水硬性の発現を抑え、強度をある程度コントロールすることができるという。

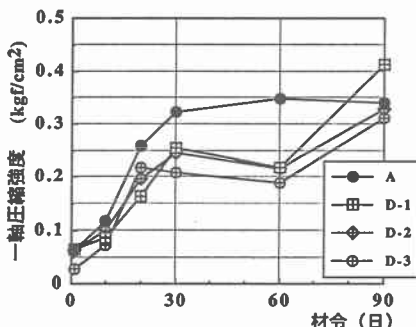


図-4 材令と一軸圧縮強度の関係 A, D

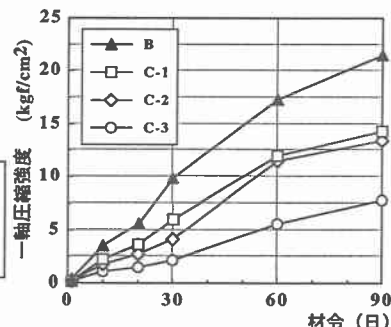


図-5 材令と一軸圧縮強度 B, C

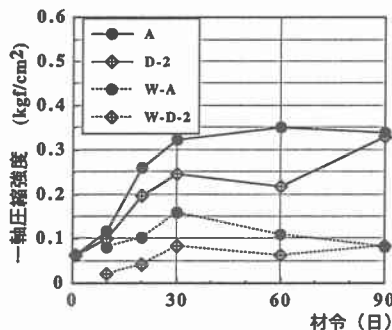


図-6 水浸養生 W-A, W-D-2

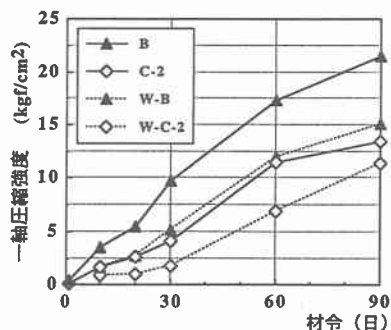


図-7 水浸養生 W-B, W-C-2

水浸養生における材令と一軸圧縮強度の関係を図-6、図-7に示す。W-A、W-D-2では空气中養生に比べ一軸圧縮強度が低下している。これは水浸養生によってアルカリ性成分が希釈され潜在水硬性がほとんど発現しなかったためと考えられる。また、W-B、W-C-2についても、添加した消石灰成分の希釈によるアルカリ刺激効果が低減したためと思われる。

<参考文献>

- (財)沿岸開発技術研究センター：「港湾工事用水砕スラグ利用手引書」，pp.5-10，1989。