

水砕スラグ微粉で安定処理された砕石微粉末の盛土施工実験

岡山大学環境理工学部 正会員 竹下祐二
 岡山大学大学院 学生会員 ○谷本康太
 岡山県土木部 尾島勇次
 岡山県共同石灰（株） 成田 豊

1. はじめに

現在、砕石業から副生されている砕石微粉末はその大半が埋立処分されている状況にあり、この処理は砕石業界にとって早急に解決すべき課題となっている。また、近年、建設工事に必要とされる天然資材の採取制限から、その代替材が要求されている。このような社会的背景から、本研究では、製鉄の際に副生される水砕スラグ微粉を添加材として用いて砕石微粉末を安定処理し、地盤工学的に有効利用することを目的とし、盛土施工実験によりその検討を行う。

2. 水砕スラグ微粉で安定処理した砕石微粉末の特性

(1) 使用材料

砕石微粉末は原石を破碎、粒形を調整する際に生成する。原石は破碎後、ふるいにかけて、各粒度に選別される。粒径 2.5mm 程度以下に選別され、埋立処理されている砕石が砕石微粉末である。粒径加積曲線を図-1 に示す。砕石微粉末の粒度組成は礫分 17.1%、砂分 75.3%、細粒分 7.6%で、細粒分まじり礫質砂に分類され、粒径幅の広い材料となっている。また、土粒子の密度は 2.70g/cm³、自然含水比は 4~5%である。pH は 9.69 と低アルカリ性を示している。

水砕スラグ微粉は鉄鋼生産の副産物である水砕スラグを微粉体に加工したもので、シリカ・アルミナ・ライムを主成分とするガラス質の物質である。水と反応すると凝結固化する潜在水硬性を持つが、その固化状況は様々であり、一般に、水砕スラグを早期に固結させるにはアルカリ刺激剤の添加が有効であるとされている¹⁾。また、水砕スラグを粉体状に加工することでハンドリングの向上、粒子の比表面積が大きくなるため反応が促進されるなどの効果が期待できる。

(2) 室内実験

盛土施工実験を行うために必要不可欠な混合材料の配合を決定するため、室内実験を行った。応力 98.1kPa の静的締固め ($\rho_d=1.42\sim1.45\text{g/cm}^3$) で、表-1 に示す配合により供試体を作成した。図-2 にその一軸圧縮試験結果を示す。この結果より、反応水の存在により強度が変化する

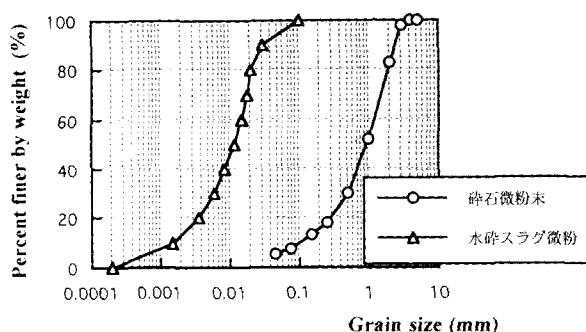


図-1 粒径加積曲線

表-1 混合材料の配合

case	砕石微粉末	水砕スラグ微粉	消石灰
A	100	—	—
B	97	2	1
C	95	4	1
D	91	8	1

乾燥重量比 (%)

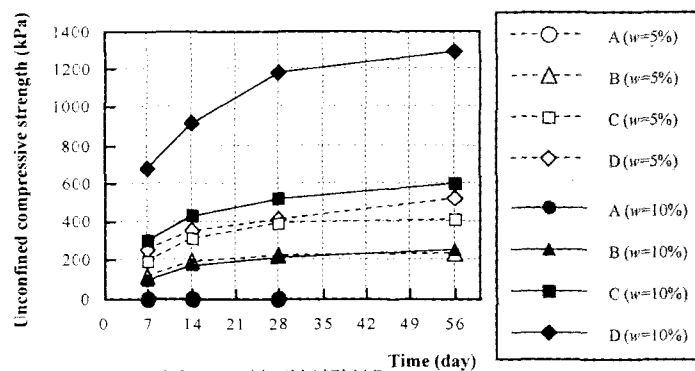


図-2 一軸圧縮試験結果

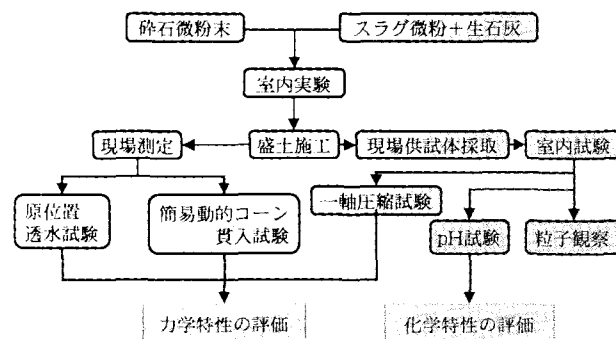


図-3 実験のフロー

表-2 盛土施工実験の配合及び初期物性値

	砕石微粉末 (%)	水砕スラグ微粉 (%)	生石灰 (%)	w (%)	ρ_d (g/cm ³)	e	n (%)
No.0	100	—	—	4.6	1.52	0.78	43.8
No.1	94.8	5	0.2	5.7	1.51	0.78	43.8
No.2	89.6	10	0.4	6.8	1.61	0.68	40.5

るが、水砕スラグ微粉の潜在水硬性の発現に必要な反応水(含水比10%程度)を加えれば、添加率に依存した安定した強度発現が得られることが確認できた。

(3) 盛土実験条件

室内実験で得られた試験結果を基に、表-2 に示す配合に従った盛土施工を行った。また、強度発現を左右するアルカリ刺激剤として生石灰を添加した。図-3 に実験の流れを示す。現場では固化状況を簡易動的コーン貫入試験、透水性を原位置定水位透水試験²⁾により評価した。図-3 に施工された盛土の概略図及び現場測定位置を示す。盛土の内部に、各盛土と同密度に締固めた供試体を埋設・養生し、その供試体を用いて、pH 試験等を行った。

(4) 試験結果

図-5 に簡易動的コーン貫入試験の試験結果を示す。No.0 に関して、碎石微粉末自体には特異な性質はなく、養生後も締固めによる強度しか得られなかった。そのため、盛土施工後、降雨の影響による盛土の境界面の侵食が確認された。No.1 について、施工直後の N_d は No.0 より低い値が計測された。施工後、しだいに水砕スラグ微粉の効果が表れ、強度が増加していることが確認できる。しかし、その固化状況は計測地点により不均一であり、水砕スラグ微粉 5% 添加では、安定した強度は得られなかった。一方、No.2 では、短期養生から固化作用が現れは始め、その後も安定した強度が確認できる。図-6 に原位置定水位透水試験結果を示す。透水係数は全ての盛土で 10^{-2}cm/s 程度と良好であり、水砕スラグ微粉添加による透水性の影響は殆どみられなかった。また、養生による透水性の変化も殆どみられない結果が得られた。図-7 に pH 試験結果を示す。水砕スラグ微粉の水硬性は $\text{pH}=11.5$ 程度で発現するといわれている¹⁾。その水硬性の早期発現のために添加されたアルカリ刺激剤の生石灰により $\text{pH}=11\sim12$ 程度の強アルカリ性を示したと考えられる。その後も、pH に大きな変動はなく、強アルカリ状態を維持している。このアルカリ状態は周辺地盤に及ぼす影響が懸念されるが、覆土を施せば問題はないと考えられる。

3. おわりに

本研究では、早急に解決すべき碎石業の副産物である碎石微粉末の処理問題をふまえ、水砕スラグ微粉を添加材として用いて碎石微粉末を安定処理し、地盤工学的に有効利用することを目的とした現場盛土施工実験を行った。その結果、水砕スラグ微粉は碎石微粉末の安定処理に有効であることが確認できた。また、水砕スラグ微粉、碎石微粉末は産業副産物であるため安価であると同時に、天然資材の代替材としての利用が期待できる。

<参考文献>

- 1) 財団法人 沿岸開発技術研究センター編：港湾工事用水砕スラグ利用手引書，鐵鋼スラグ協会，pp.5～6，1989.
- 2) Reynolds, W. D. : Saturated hydraulic conductivity : Field measurement, Soil Sampling and Methods of Analysis , Lewis Publishers, pp.599-613, 1993.

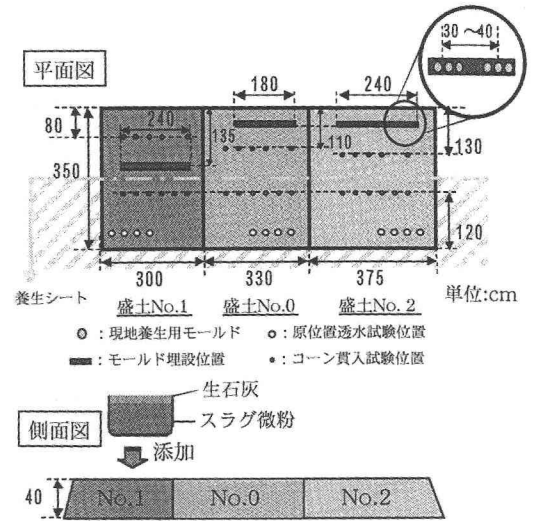


図-4 盛土概略図及び現場測定位置

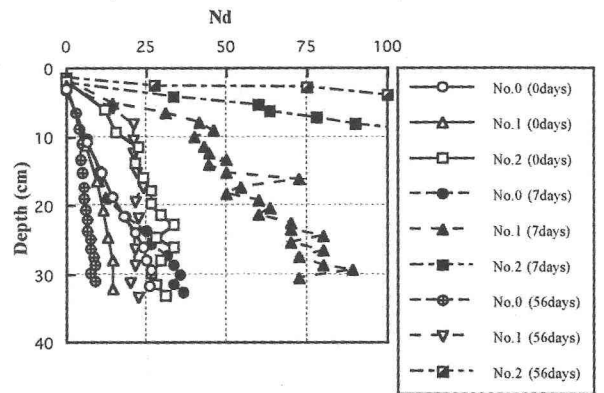


図-5 簡易動的コーン貫入試験結果

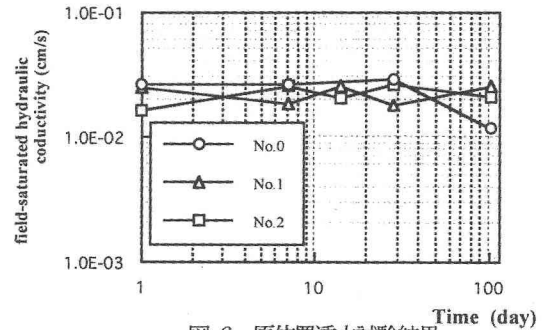


図-6 原位置透水試験結果

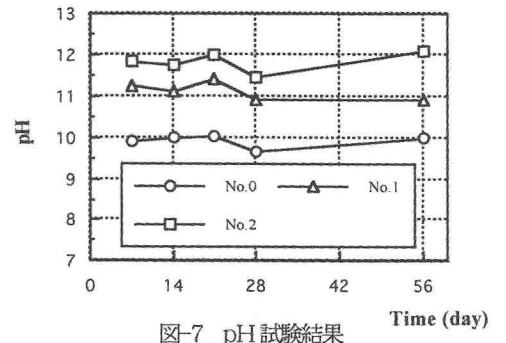


図-7 pH 試験結果