

エココンクリートの強度特性に関する研究

日大生産工(院) 小松崎 正人 ティヒュー(株) 新田 智博
 ティヒュー(株) 杉山 武 日大生産工 柳内 睦人

1. はじめに

近年、下水道の普及に伴い大量発生する下水汚泥は大部分が埋立処分されているが、その処分地の確保が難しいのが現状である。また、各自治体では「ゼロエミッション」のローガンを掲げて、下水汚泥の減容化や有効利用の技術開発を推進している。そこで、本研究では下水汚泥溶融スラグ(以下、下水スラグと称する)の有効利用を目的として耐酸性の有るエココンクリートの強度特性について検討するものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料

表-1に蛍光 X 線オーダー分析で得られた下水スラグの化学成分を、表-2に使用材料の仕様を、表-3にエココンクリートの配合表を示す。特に、このエココンクリートは下水スラグ微粉末とアルカリ珪酸塩を主原料とし、通常のセメントを全く用いないところに特徴がある。

2.2 製造及び実験方法

エココンクリートの製造は、100%のパン型ミキサーに粗骨材、下水スラグ、細骨材の順に入れ、1分間空練りを行い、次に水とアルカリ材料を投入して4分間本練りを行う。供試体の作製は、型枠をテーブルバイブレータに載せて振動を与えながらエココンクリートを流し込んで成形し蒸気養生を行った。なお、蒸気養生条件は2時間の前養生、温度上昇速度が20 /h、最高温度(80±5)の保持が8時間、冷却降下速度が20 /hの1サイクル13時間の工程である。各強度試験用の供試体は、蒸気養生後脱型して所定の材齢まで温度 20±5 、湿度 70±10%の恒温恒湿養生槽内にて養生を行った。一方、耐酸性試験用の供試体は、同条件の蒸気養生後、28日間恒温恒湿養生槽内にて養生を行い、さらに14日間の水中養生を行った後、20 -5%硫酸水溶液中に浸漬させて所定の浸漬期間に達した時点で高圧水でコンクリート表面を洗浄して質量を計測した。

表-1 下水スラグの化学成分 (%)

| スラグ | C/S | CaO | SiO ₂ | P ₂ O ₅ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | SO ₃ |
|-----|------|------|------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----|-----------------|
| SS1 | 0.29 | 10.0 | 36.7 | 13.8 | 19.5 | 7.3 | 2.6 | 0.02 |
| SS2 | 0.61 | 9.7 | 16.9 | 22.5 | 12.9 | 21.8 | 4.5 | 0.03 |
| SS3 | 0.49 | 15.9 | 34.7 | 10.3 | 15.7 | 11.6 | 2.9 | 0.08 |

表-2 使用材料

| 材 料 | 記号 | 仕 様 |
|--------------|-----|--|
| 下水スラグ | SS1 | 密度 : 2.75g/cm ³ プレーン : 5,200 |
| | SS2 | 密度 : 2.94g/cm ³ プレーン : 5,400 |
| | SS3 | 密度 : 2.57g/cm ³ プレーン : 5,500 |
| アルカリ珪酸塩 | Wg | 主成分: 酸化ナトリウム17.48% 無水珪酸37.03% |
| 細骨材 | S | 密度 : 2.57 g/cm ³ 吸水率 : 1.96% F.M. : 3.19 |
| 粗骨材 | G | 密度 : 2.67 g/cm ³ 吸水率 : 1.17% F.M. : 6.46 |
| 水 | W | 水道水 |
| 普通ポルトランドセメント | C | 密度 : 3.16 g/cm ³ |
| Mt-150 | CA | 密度 : 1.20 g/cm ³ |

表-3 配合表

| 種 別 | W/C (%) | s/a (%) | 単 位 量 (kg/m ³) | | | | | | |
|----------|---------|---------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | | | W | C | SS | Wg | S | G | CA |
| エココンクリート | 34 | 48 | 155 | - | 350 | 226 | 830 | 934 | - |
| 普通コンクリート | 30 | 40 | 167 | 553 | - | - | 666 | 1018 | 3.87 |

A study on the strength characteristics of eco-concrete

Masato Komatsuzaki, Tomohiro Nitta, Takeshi Sugiyama and Mutsuhito Yanai

3. 実験結果

3.1 強度試験

図-1に、圧縮強度試験結果を示す。SS1, SS3の初期強度では、蒸気養生の効果で普通コンクリートより5~20%増の高い強度発現であった。これは下水スラグがNaOHのアルカリ刺激を受けて水和作用が促進して、設計基準強度の約90%にも達している。しかし、材齢180日及び365日の長期強度では普通コンクリートの約90%程度の強度発現に留まった。

図-2に、SS1供試体の引張及び曲げ強度試験結果を示す。なお、図中の数値は同材齢における圧縮強度との比率を示したもので、引張強度が約1/14~1/19、曲げ強度が約1/7~1/10となり、普通コンクリートより若干小さい値であった。

3.2 耐酸性試験

図-3に、硫酸浸漬期間による重量変化試験の結果を示す。普通コンクリートが浸漬365日で約95%減少したのに対して、どの下水スラグを使用したエココンクリートでは約2.5%減少に留まり高い耐酸性を示した。これはエココンクリートが、普通コンクリートよりカルシウム量が少ないことや下水スラグとアルカリ材料を反応されることで耐酸性の珪酸ゲルが生成されたことに起因している。

図-4に、硫酸浸漬後の圧縮強度試験結果を示す。普通コンクリートは浸漬28日で約0.4%低下し、浸漬180日以降では骨材が突起し研磨できず測定不能であった。これに対してエココンクリートは、浸漬28日で約17%であったが、その後は徐々に落ち着き、浸漬365日では平均61%の強度低下に留まった。

4. まとめ

本研究の所見は、以下に示すとおりである。

(1) どの下水スラグを使用したエココンクリートでも、普通コンクリートと同等の強度発現であった。特に蒸気養生を施すことで、設計基準強度の約90%の強度発現が認められた。(2) SS1試験体の引張及び曲げ強度の圧縮強度に対する比率は、普通コンクリートより小さい値であった。(3) エココンクリートは、硫酸浸漬365日後の重量変化が約2.5%と小さく、高い耐酸性を示した。

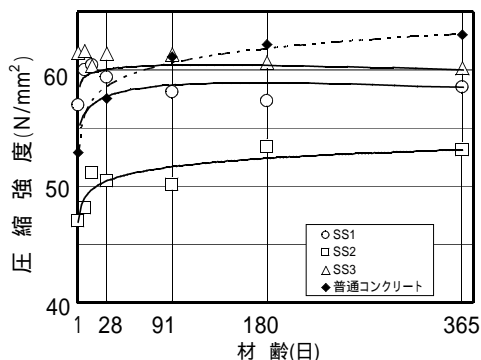


図-1 圧縮強度試験結果

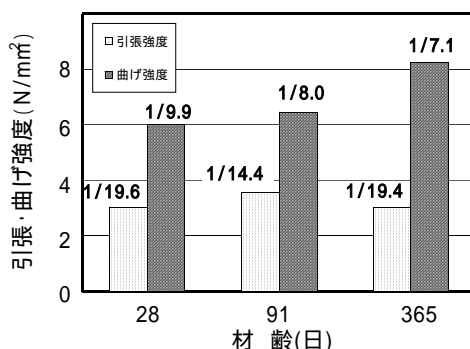


図-2 引張・曲げ強度試験結果

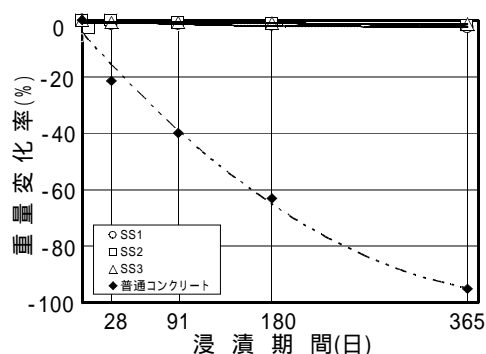


図-3 重量変化率試験結果

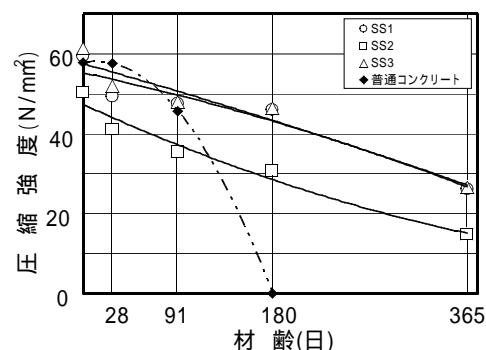


図-4 硫酸浸漬後の圧縮強度試験結果