

溶融スラグのレジンコンクリートへの有効利用の研究

千葉工業大学大学院工学研究科建築都市環境学専攻 ○学生会員 三上 淳
 千葉工業大学工学部建築都市環境学科 吉池 淳
 千葉工業大学工学部建築都市環境学科 正会員 渡邊 勉

1. 研究背景

近年、様々な材料をコンクリート用骨材に適用する研究が行われている。しかし、コンクリートに使用する骨材の物性によりコンクリートの物性に悪影響を及ぼし問題になっているものがある。その中の一つに、セメントコンクリートのポップアウト現象がある。ポップアウト現象とは、セメントコンクリートの骨材が化学反応を起こしコンクリートの表面が盛り上がり、部分的に剥離する現象である。ポップアウト現象の原因は溶融スラグ(以下、スラグ)を骨材にした場合に発生しやすいと考えられている。

2. 研究目的

本研究では、コンクリートの物性に悪影響をもたらす可能性のあるスラグがレジンコンクリートへどのような形で適用できるかの検討を行なう。スラグと碎石を混合させたものを骨材比率を変化させながら使用する。骨材比率の違いによる力学特性の変化などを考察することを目的とする。

3. レジンコンクリートとは

レジンコンクリートとは、セメント結合材の代わりに、ポリマーを用いて骨材を固めたコンクリートである。従来のセメントコンクリートのように、セメントと水の水和反応による硬化ではなく、樹脂と触媒による重合反応によって高い結合力で短時間に硬化する。よって、高強度で耐久性に優れた緻密な成形物が得られる。結合材は、不飽和ポリエステル樹脂を使用し、硬化剤、骨材、充填材を用いて作製する。一般的なレジンコンクリートの性質は圧縮強度 80~160 (N/mm²)、引張強度が 8~10 (N/mm²) 程度得られる。また、耐薬品・耐水性に優れているという特徴をもっている。表-1 にレジンコンクリートの性能を示す。その特長を生かして、上下水道／情報通信等の分野で主に地下構造物(管)に使用されている。

表-1 レジンコンクリートの性能

日本レジン製品協会

性能	レジン コンクリート
単位容積質量 (kN/m ³)	22
圧縮強度 (N/mm ²)	100 (90※)
曲げ強度 (N/mm ²)	20
引張強度 (N/mm ²)	10
耐硫酸 (10%)	◎
耐塩酸 (10%)	◎
耐水酸化ナトリウム (10%)	○
耐軽油	◎
耐中性洗剤	◎

(※：日本下水道協会規格)

◎：良好 ○：良 △：やや不良 ×：不良

4. 不飽和ポリエステル樹脂とは

レジンコンクリートの結合材である不飽和ポリエステル樹脂とは、不飽和ポリエステルを重合性単量体に溶解した流動性のある粘性液体で、有機酸化物(硬化剤)を加えて加熱するか、または有機酸化物と促進剤を加えて室温に放置すると、誘導時間の経過後、発熱重合反応を起こしてゲル化し、ついに不溶不融の硬質ないし弾性を持った樹脂状に硬化する性質を持っている。

5. 実験概要

5.1 使用骨材

溶融スラグ(0~5mm): 清掃工場の焼却灰を 1200℃で溶融したもの(密度 2.810g/cm³, 粗粒率 2.91)(表-2)

碎石(0~5mm): 栃木県産(密度 2.70g/cm³)

表-2 溶融スラグの物性値(品川清掃工場提供)

試験項目	清掃工場
単位容積質量	kg/L 1.76
金属鉄	% 0.46
塩化物量	% 0.01未満
絶乾密度	g/cm ³ 2.81
表乾密度	g/cm ³ 2.83
吸水率	% 1.03
安定性	% 5.1
粒径判定実績率	% 57.6
微粒分量	% 3.3
アルカリシリカ反応性	% 90

キーワード レジンコンクリート, 溶融スラグ, ポップアウト現象, 日本下水道協会規格, 樹脂比率

連絡先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 建築都市環境学専攻 渡邊研究室

TEL : 047-478-0442 E-mail : s0424306LJ@it-chiba.ac.jp

5.2 実験方法

骨材はスラグと砕石を混合したものを使用し供試体($\phi 7.5 \times 15\text{mm}$)を作製する。レジコンクリートの配合例(骨材比率スラグ 75%・砕石 25%, 樹脂比率 11%)を表-3 に示す。配合は骨材とフライアッシュを足したものが 4200g になるように設定する。

スラグと砕石の置換率は 0, 25, 50, 75, 100% とする。供試体作製後、圧縮強度試験・耐薬品性試験・吸水率試験(JIS A 1181)を行なう。

表-3 レジコンクリートの配合例

骨材			フライアッシュ	樹脂	
比率(%)	質量(g)		質量(g)	質量(g)	比率(%)
スラグ	75	2646	672	519.1	11
砕石	25	882			

5.3 評価方法

レジコンクリートの評価方法は日本下水道協会規格に則って行なう。日本下水道協会規格の基準値を以下の表-4 に示す。

表-4 日本下水道協会規格

圧縮強度試験	90(N/mm ²) 以上
耐薬品性試験	質量変化率 ± 0.1 (%) 以内
吸水率試験	質量変化率 ± 0.3 (%) 以内

6. 実験結果

・圧縮強度試験結果

圧縮強度試験結果を図-1 に示す。樹脂比率を現行材同等の 11% とし、供試体を作製した。5 条件中 4 条件が日本下水道協会規格の 90[N/mm²] 以上を満たすことができた。その後、樹脂比率を下げ 10% を作製した。樹脂比率の低減により強度が多少下がったものの図-1 に示すように 5 条件中 4 条件が規格を満たすことができた。樹脂は高価なものであるため樹脂比率を 1% でも下げることができた場合コストダウンへとつながる。

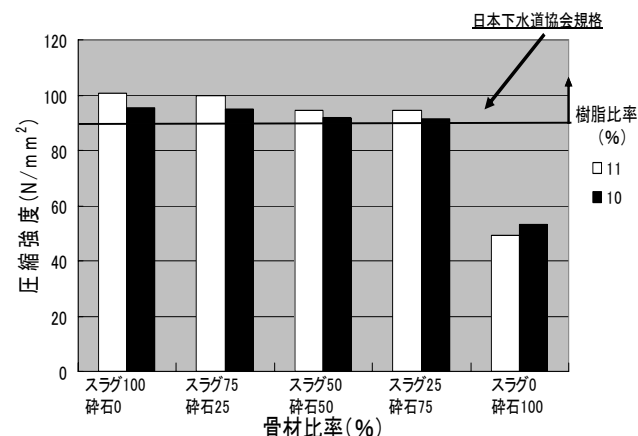


図-1 レジコンクリートの圧縮強度試験結果

・耐薬品性試験・吸水率試験

耐薬品性試験及び吸水率試験は、圧縮強度が日本下水道協会規格の 90[N/mm²] 以上を満たしているものに対し行なった。規格値を満たしているものの骨材比率を表-5 に示す。耐薬品性試験の結果を図-2, 吸水率試験の結果を図-3 に示す。(表-5 の供試体No. と図-2, 図-3 の供試体No. は同一のものとする)

耐薬品性試験の結果は、図-2 からわかるように樹脂比率が 10% になってしまうと質量変化率が 0.1% 以上になり耐薬品性にかけることがわかる。

吸水率試験の結果は図-3 からわかるように No.1 No.5 が規格値を満たしていないことがわかる。要因としては、スラグ 100% の供試体は空隙が多く、水の吸水率が増えることが考えられる。

表-5 耐薬品性・吸水率試験用供試体の配合表

供試体 No.	骨材比率(%)		樹脂比率 (%)
	スラグ	砕石	
1	100	0	10
2	75	25	
3	50	50	
4	25	75	
5	100	0	11
6	75	25	
7	50	50	
8	25	75	

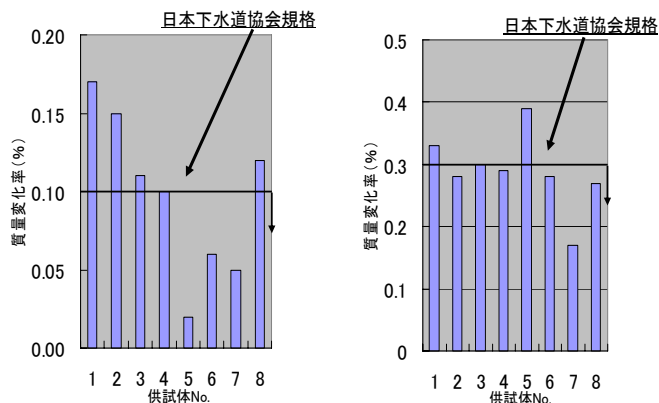


図-2 耐薬品性試験結果 図-3 吸水率試験結果

7. まとめ

本研究の結果より、溶融スラグを用いたレジコンクリートは骨材比率・樹脂比率を考慮すれば日本下水道協会規格の値を満たすことができることがわかった。つまり、溶融スラグはレジコンクリートへの適用が可能であるといえる。また、骨材比率によっては更なる樹脂比率の低減が可能でと考えられる。今後は製品化に向けた研究や骨材比率をより詳細に設定し研究をしていく必要がある。

参考文献

1) ポリマーセメントコンクリート/ポリマーコンクリート, シーエムシー出版, 大濱嘉彦, 出村克宣