

溶融スラグ骨材を用いたコンクリ - トの硬化性状

学生氏名 松本朋士

指導教員 小玉克己 栗原哲彦

1. はじめに

我が国の一般廃棄物総排出量は年間約 5000 万トン, 産業廃棄物総排出量は年間約 4 億トンとなっており, 最終処分場の許容量が限界に近づいている. そこで一般廃棄物焼却灰の無害化・減容化のため, 一般廃棄物焼却灰を 1200 以上の高温で加熱溶融させ, 冷却固化した溶融スラグを製造することによって, 埋立処分場の延命化に努めている. 現在は, 年々生産量が増大し, 生産過多になっている溶融スラグをコンクリ - ト骨材として用いられる研究が進められている. 現在, 基準化については TR 化されたが JIS 化に至っていない.

そこで本研究では, 溶融スラグをコンクリ - ト用骨材として使用したコンクリ - トの硬化性状について検討した.

2. 実験概要

2.1 使用材料および性質

使用材料として, 溶融スラグ骨材(YG・YS)は一般廃棄物焼却灰を溶融・空冷し, ふるい分けしたもので, 普通粗骨材(NG)は八王子産砕石, 普通細骨材(NS)は相模原水系川砂, 再生骨材(RG・RS)は PC 枕木廃材をジョ - クラッシャ - で一次破碎し, ふるい分けしたものをを用いた. 使用材料の物理的性質を表 - 1に示す.

表 - 1 使用材料の物理的性質

使用材料	物理的性質					
	表乾比重	吸水率 (%)	単位容積質量 (t/m ³)	実積率 (%)	粗粒率 FM	破碎値 (%)
溶融スラグ細骨材 (YS)	2.67	1.70	1.54	58.6	3.80	-
溶融スラグ粗骨材 (YG)	2.79	0.18	1.63	58.6	6.69	32.23
普通細骨材 (NS)	2.51	3.50	1.56	64.3	2.94	-
普通粗骨材 (NG)	2.68	0.50	1.59	59.6	6.77	6.92
再生細骨材 (RS)	2.17	11.83	1.45	76.1	3.04	-
再生粗骨材 (RG)	2.39	8.56	1.43	64.7	6.74	21.85
セメント	普通ポルトランドセメント (比重=316)					
混和剤	AE減水剤・AE助剤					

2.2 配合

水セメント比 W/C = 50%, スランプ = 12 ± 1.5cm, 空気量 = 4.5 ± 1.5% となるように AE 減水剤・AE 助剤を調整して配合を決定した. 打設した 7 種類の配合パターンにおける配合を表 - 2に示す.

2.3 実験方法

フレッシュコンクリート及び硬化後のコンクリートの性質を, 表 - 3に示す JIS 等の規格に準拠して測定した.

表 - 3 コンクリートの試験方法

フレッシュコンクリート		硬化コンクリート	
試験項目	方法	試験項目	方法
スランプ	JIS A 1101	圧縮強度	JIS A 1108
空気量	JIS A 1128	曲げ強度	JIS A 1106
単位容積質量	JIS A 1116	引張強度	JIS A 1113
		ヤング係数	ASTM C 469
		乾燥収縮	JIS A 1129

表 - 2 配合表

配合名	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	水セメント比 W/C (%)	空気量 (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)								単位容積質量 (t/m ³)			
						水 W	セメント C	細骨材			粗骨材				混和剤		
								NS	RS	YS	NG	RG	YG		AE減水剤	AE助剤	
NG-NS	20	11.0	50	5.5	48	175	350	806	-	-	933	-	-	3.50	3.15	2.15	
RG-RS		11.5		5.2				-	697	-	-	832	-	-	4.20	3.15	2.04
YG-NS		13.5		5.5				806	-	-	-	-	-	971	2.45	2.45	2.21
YG-RS		12.0		6.0				-	697	-	-	-	-	971	3.85	3.50	2.16
NG-YS		12.0		5.0				-	-	845	933	-	-	-	1.05	2.45	2.32
RG-YS		11.0		5.0				-	-	845	-	832	-	-	1.40	2.45	2.21
YG-YS		13.0		3.0				-	-	845	-	-	-	971	0.70	1.40	2.40

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度

図 - 1に各材齢における YG を用いたコンクリ - トの圧縮強度試験結果とヤング係数を, 図 - 2に YS を用いたコンクリ - トの圧縮強度試験結果とヤング係数を示す.

図 - 1において, 28 日圧縮強度を NG-NS と比較すると YG-NS は約 14%, YG-RS は約 33%, YG-YS は約 28% 減少した。このことから YG に置換することによる圧縮強度の低下が確認できた。圧縮強度低下の原因は, 溶融スラグ粗骨材自身の表面が滑らかなガラス質で, モルタルとの界面上における付着力が弱いためであると考えられる。また, NG-NS の粗骨材を YG に置換すると圧縮強度は低下するがヤング係数は増加した。これは溶融スラグ粗骨材は, コンクリートの剛性を増加させる効果を持っていることがわかる。表 - 1から, 溶融スラグ粗骨材の破砕値は大きい値であることがわかる。以上より溶融スラグ粗骨材は剛性が大きい強度が小さくぜい弱な性質であると考えられる。

図 - 2において同様に 28 日圧縮強度に関して NG-NS と比較すると, RG-YS は約 18% 減少したが, RG-RS に比べて RG-YS は約 8% の増加を示し強度改善が確認された。このことから, YS を使用したコンクリートは, NS を使用したコンクリートより強度は低下するが RS を使用したコンクリートよりは大きくなること判った。91 日圧縮強度に関して NG-YS は NG-NS と同等の強度が確認された。これは溶融スラグ細骨材の形状がとがっているため剥離しにくく, そのため長期強度が発現したと考えられる。また, 溶融スラグ細骨材を使用した場合も, ヤング係数が大きくなることが確認できた。

3.2 引張強度および曲げ強度

図 - 3に材齢 28 日目における引張・曲げ強度試験結果を示す。NG-YS は NG-NS よりも大きい値となった。全体的に粗骨材よりも細骨材を溶融スラグに置換した場合のほうが, 引張・曲げ強度の両方とも強度向上が確認できた。これは, 溶融スラグ粗骨材を使用した場合, 曲げや割裂時に骨材とモルタル間が剥離しやすいために強度が小さくなり, 溶融スラグ細骨材を使用した場合, 細骨材の形状がとがっているため剥離しにくいと考えられる。

3.3 乾燥収縮

図 - 4にコンクリートの材齢と乾燥収縮ひずみを示す。図 - 4より, 乾燥収縮ひずみは骨材の弾性係数に影響を受け, 骨材がセメントペーストの収縮を拘束するため, 普通骨材よりも溶融スラグ骨材を使用したほうが小さくなった。また, 溶融スラグ骨材は吸水率が低いので普通骨材を使用したコンクリートよりも供試体中の水量が少ないため逸散する量も少ないと推測でき, 乾燥収縮ひずみが小さくなることを確認した。

4. まとめ

- ・ 溶融スラグ粗骨材よりも溶融スラグ細骨材を使用したコンクリートの方が, 圧縮・曲げ・引張強度が増加する。
- ・ 溶融スラグ骨材を使用した場合, ヤング係数が大きくなる。
- ・ 乾燥収縮ひずみは普通骨材よりも溶融スラグ骨材を用いたほうが小さくなる。

以上より, 溶融スラグをコンクリート骨材として使用する場合, 粗骨材よりも細骨材として用いる方が有用であると判明した。

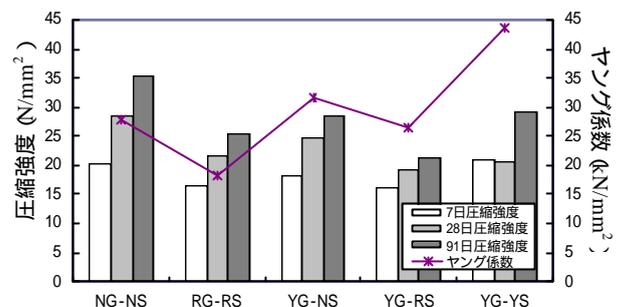


図 - 1 YGを用いたコンクリートの圧縮強度試験結果とヤング係数

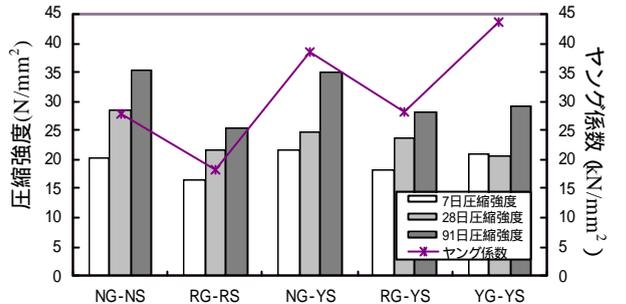


図 - 2 YSを用いたコンクリートの圧縮強度試験結果とヤング係数

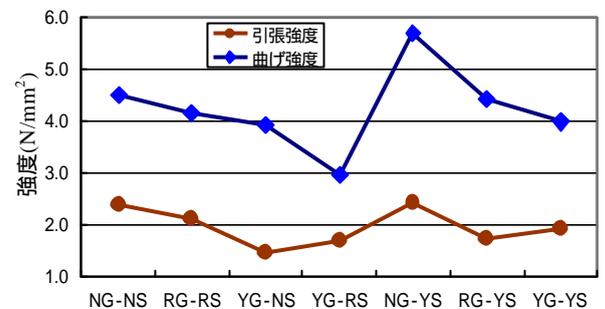


図 - 3 28日引張・曲げ強度試験結果

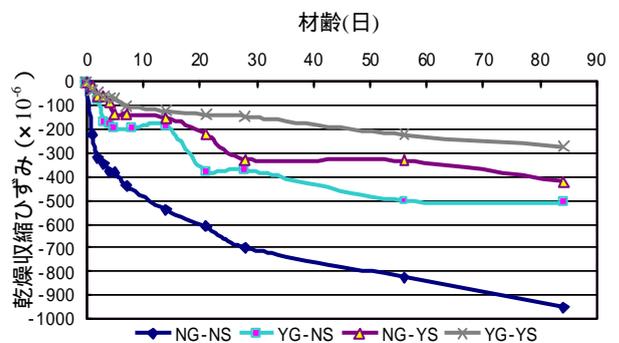


図 - 4 溶融スラグ骨材と普通骨材を使用したコンクリートの材齢と乾燥収縮ひずみ