

## 建設汚泥固化物と銅スラグを細骨材に一部置換したコンクリートの諸性状

高知工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○芝 卓思  
 高知工業高等専門学校 正会員 横井 克則  
 和歌山工業高等専門学校 正会員 三岩 敬孝  
 宮崎基礎建設(株) 正会員 宮崎 健治

### 1. はじめに

建設汚泥は発生工法により品質が異なることや処理コストが多くかかることから、あまり有効利用されていない。また、四国の天然骨材は枯渇が心配されており人工骨材である砕砂、砕石が使用されるようになってきている。このため建設汚泥の有効利用と、天然骨材の保護を目的として建設汚泥固化物(建設汚泥と高炉セメントを混ぜて固化させ破碎、粒度調整したもの)をコンクリートの細骨材に置換する研究を継続的に行っている。昨年の研究では、これまでの検討においてコンクリートの品質がおおよそ確保できた建設汚泥固化物の置換率を30%、フライアッシュの置換率を10%に固定した強度及び耐久性への影響を調査したが、乾燥収縮が大きくなり耐凍害性も若干低下するという結果となった<sup>1)</sup>。そこで本研究では、特に建設工事でも問題となっている乾燥収縮を改善するため、砕砂に比べ吸水率の小さい銅スラグを細骨材に一部置換して検討を行った。

### 2. 試験方法

#### 2.1 使用材料

セメントには、普通セメント(密度 3.16 g/cm<sup>3</sup>, 比表面積 3340 cm<sup>2</sup>/g)を用いた。フライアッシュには、II種(密度 2.27 g/cm<sup>3</sup>, 比表面積 3690 cm<sup>2</sup>/g)を用いた。骨材には、高知市春野町産骨材を用い、細骨材は硬質砂岩砕砂(密度 2.55 g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 1.64%)、粗骨材は硬質砂岩砕石(密度 2.60 g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 1.00%)を用いた。混和剤には、リグニンスルホン酸系のAE減水剤及びAE調整剤を用いた。建設汚泥固化物は、密度 1.88 g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 34.3%、微粒分 8.4%のものを用いた。銅スラグは愛媛県産の密度 3.47 g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 0.73%のものを用い、細骨材置換率を60%、40%、20%、0%に設定した。コンクリートの配合を表1に示す。配合名のNは普通セメント、Kは建設汚泥固化物、FAはフライアッシュ、Dは銅スラグを表し、数値はそれぞれの置換率を表す。

表1 配合表

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						混和剤(cc/m <sup>3</sup> )		フレッシュ性状				
			W	C	細骨材				砕石	AE減水剤	AE調整剤	スランプ(cm)	空気量(%)		
					砕砂	K	FA	D							
NK30FA10D60	55	38	160	291	0	150	10	0	1136	873	29.09	9	4.4		
NK30FA10D40					137									371	1076
NK30FA10D20					275									185	1222
NK30FA10					412									0	1600
NK30D60					69									556	873
NK30D40					206									371	1018
NK30D20					344									185	873
NK30					481									0	9

骨材には、高知市春野町産骨材を用い、細骨材は硬質砂岩砕砂(密度 2.55 g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 1.64%)、粗骨材は硬質砂岩砕石(密度 2.60 g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 1.00%)を用いた。混和剤には、リグニンスルホン酸系のAE減水剤及びAE調整剤を用いた。建設汚泥固化物は、密度 1.88 g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 34.3%、微粒分 8.4%のものを用いた。銅スラグは愛媛県産の密度 3.47 g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 0.73%のものを用い、細骨材置換率を60%、40%、20%、0%に設定した。コンクリートの配合を表1に示す。配合名のNは普通セメント、Kは建設汚泥固化物、FAはフライアッシュ、Dは銅スラグを表し、数値はそれぞれの置換率を表す。

#### 2.2 試験方法

フレッシュコンクリート試験は、スランプ試験(JIS A 1101)、空気量試験(JIS A 1128)、ブリーディング試験(JIS A 1123)を行った。硬化コンクリート試験は、圧縮強度試験(JIS A 1108)、静弾性係数試験(JIS A 1149)、長さ変化試験(JIS A 1129-2)、促進中性化試験(JIS A 1153)を行った。本報告ではブリーディング率、圧縮強度、静弾性係数及び長さ変化についての試験結果と考察を示す。

### 3. 試験結果と考察

#### 3.1 ブリーディング率

図1にブリーディング率を示す。銅スラグの混入によるブリーディング率への影響としては、置換率が大きいほど増加する傾向にあった。これは銅スラグの吸水率が砕砂に比べて1/2程度であり、フレッシュコンクリート中の水分が浮水して生じたためと考えられる。次に、フライアッシュの混入によるブリーディング率への

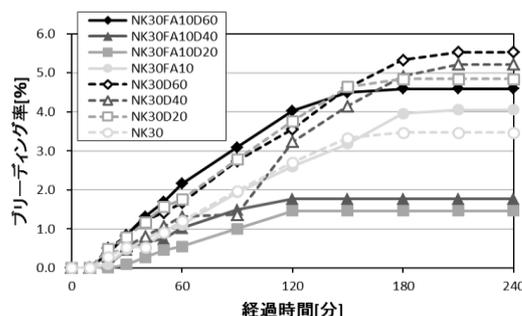


図1 ブリーディング率

キーワード 建設汚泥固化物, 銅スラグ, フライアッシュ, 細骨材置換, 乾燥収縮

連絡先 〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知高専横井克則研究室 tel:088-864-5582

影響としては、フライアッシュを混入した配合のブリーディング率が抑制される傾向にあった。これは、粉末であるフライアッシュを細骨材の代替として使用することにより、細骨材全体としての実績率が增加するためであると考えられる。

### 3.2 圧縮強度

図2に圧縮強度を示す。銅スラグの混入による圧縮強度への影響として、置換率による差異は見られなかった。これは、銅スラグの粒度分布、微粒分量、実積率が砕砂と似ているため、あまり影響がなかったと考えられる。次に、フライアッシュの混入による圧縮強度への影響としては、材齢91日においてフライアッシュを混入した配合は混入していない配合に比べて圧縮強度が最大で40%程度大きくなっていた。これは、ポズラン反応の影響であると考えられる。

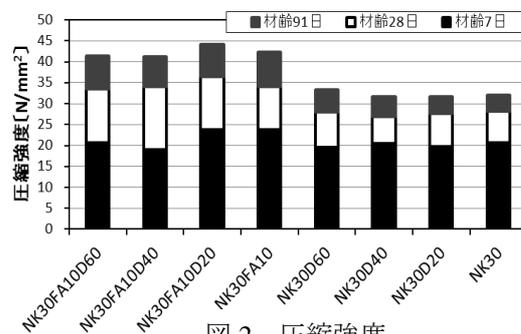


図2 圧縮強度

### 3.3 静弾性係数

図3に静弾性係数を示す。銅スラグの混入による静弾性係数への影響は、置換率に関わらない傾向にあった。これは、静弾性係数は圧縮強度と密接な関係があることから圧縮強度の考察と同じ理由が考えられる。また、土木学会に規定されているヤング係数の理論値の式<sup>2)</sup>と比較すると最大で20%程度低下していた。よって、建設汚泥固化物を細骨材に一部置換したコンクリートは、既往の研究<sup>1)</sup>と同様にヤング係数の理論値の式に0.85を乗じることで圧縮強度に対応する静弾性係数が求められると考えられる。

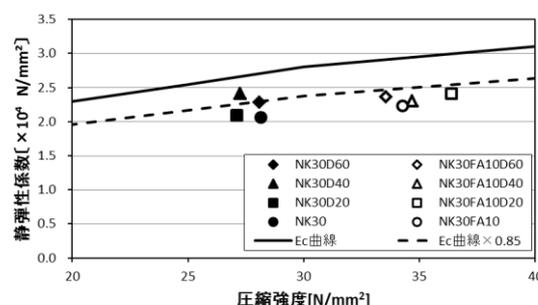


図3 静弾性係数

### 3.4 長さ変化

図4に長さ変化を示す。銅スラグの混入による長さ変化への影響としては、置換率が大きいほど抑制される傾向にあった。これは、コンクリートの乾燥収縮には骨材の内部空隙比が影響すると言われており<sup>3)</sup>、銅スラグは吸水率が小さいことから内部空隙比が小さいためであると考えられる。次に、フライアッシュの混入による長さ変化への影響としては、フライアッシュを混入した配合の長さ変化が抑制された。これは、フライアッシュのポズラン反応による生成物でコンクリート内部の空隙が充填されることにより、水分の乾燥が低減されたためと考えられる。

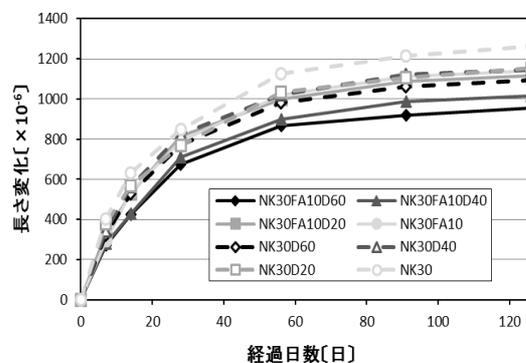


図4 長さ変化

## 4. まとめ

建設汚泥固化物と銅スラグを細骨材に一部置換したコンクリートの諸性状として以下のことがわかった。

- (1) 銅スラグを60%までの細骨材置換であれば、無混入に比べて強度及び耐久性の低下がほとんど見られなかった。
- (2) 銅スラグを細骨材に一部置換することで乾燥収縮の抑制傾向が見られた。さらに、フライアッシュを10%置換することでその傾向が大きくなった。

### 参考文献

- 1) 甲把浩基(2014)：建設汚泥固化物を細骨材の一部に置換したコンクリートに及ぼす各種要因による影響，コンクリート工学年次論文集，公益社団法人日本コンクリート工学会，vol.36，No.1，pp.1846-1851
- 2) 土木学会(2012)：コンクリート標準示方書(設計編)，pp.39
- 3) 島弘(2011)：コンクリートの乾燥収縮に及ぼす骨材特性の影響に関する調査，四国の骨材に関する研究委員，社団法人日本コンクリート工学会四国支部，第2部，pp.1-21