

フライアッシュとコンクリート廃材全量を骨材として利用したのり面用吹付けコンクリート

中国電力(株) 正会員 山田 恭平
中国高圧コンクリート工業(株) 松尾 定
(株)エネキ・ア・エ・マテリア 正会員 ○福間 晴美
日本国土開発(株) 正会員 山内 匡

1. はじめに

建設工事に伴い発生するコンクリート廃材は、主に路盤材や埋戻し材として再資源化されている。近年では、単純な破碎・粒度調整程度の処理や、中程度あるいは高度処理を加えて、コンクリート用骨材としての利用も進みつつある。更なる用途拡大に向けて、コンクリート廃材全量を骨材として利用したコンクリートの開発が望まれるが、全体の粒度構成や微粒分量の制約から、破碎のみの処理となってしまうため、骨材としての品質は低く、コンクリートの強度などに大きく影響を与えることが懸念される。他方、用途拡大に向けた取組みが積極的に行われている石炭火力発電において副産されるフライアッシュは、コンクリート混和材として利用した場合、コンクリートの長期強度増進やアルカリ骨材反応の抑制などの特徴があることが知られている。

本稿では、こうした産業副産物の併用効果を期待して、フライアッシュとコンクリート廃材全量を骨材として利用したのり面用吹付けコンクリートの開発研究を行い、島根原子力発電所3号機建設における仮設のり面吹付け工事(約3,500m²、吹付け厚さ7cm)へ適用した結果を報告する。

2. フライアッシュおよび骨材

フライアッシュはJIS規格のフライアッシュ 種相当の原粉(密度2.23g/cm³)を使用した。コンクリート廃材は発電所内で発生したものとし、破碎機によって破碎して、その全量を骨材として直接使用した。骨材の使用条件は最大寸法を15mm以下、5mm以下の骨材(細骨材)の割合を65～75%とした。

骨材全体の平均粒度曲線を図-1に示す。図中には、粗骨材と細骨材に分けたそれぞれの平均粒度曲線と、再生粗骨材L1505、再生細骨材Lの粒度範囲を実線で示す。また、それぞれの骨材の物理的性質を表-1に示す。使用した骨材は

JIS A 5023の再生骨材Lの区分に属していることが分かる。

3. 破碎機

コンクリート廃材の破碎には、土質材料と添加材の破碎混合や

建物解体に多数の工事実績¹⁾のある回転式破碎(混合)機を使用した。回転式破碎機は、鋼製の円筒内で高速回転する複数のチェーンの打撃力を利用したものであり、チェーンの回転数や本数を変えることにより、コンクリート廃材全量を骨材として使用できる条件に直接破碎することが可能である。また、この破碎機は車載型であり、コンクリート廃材の集積場所に応じて直接破碎できるという利点もある。図-2に回転式破碎機概念図を示す。

4. コンクリート配合

コンクリート配合を表-2に示す。標準的なのり面用吹付けコンクリートの配合条件である水セメント比

キーワード：フライアッシュ、コンクリート廃材、骨材、吹付けコンクリート

連絡先：〒730-0042 広島市中区国泰寺町1-3-32 TEL 082-523-3510 FAX 082-523-3511

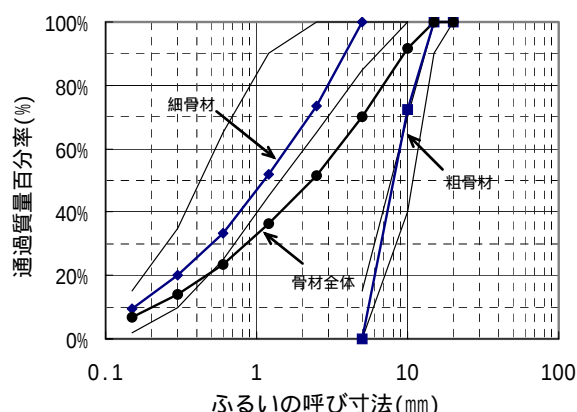


図-1 骨材全体の平均粒度曲線

	粗骨材	細骨材
表乾密度(g/cm ³)	2.54 (-)	2.41 (-)
吸水率(%)	3.6 (7.0以下)	5.7 (13.0以下)
微粒分量(%)	0.3 (2.0以下)	8.4 (10.0以下)

* () 内：再生骨材Lの要求品質

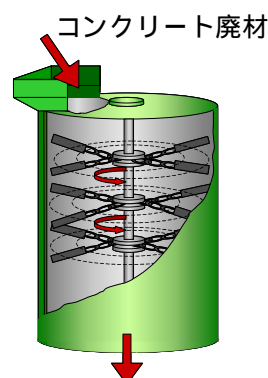


図-2 回転式破碎機

60%, 単位セメント量 400kg/m^3 を基本にした。フライアッシュは、事前の検討結果から、セメント置換で 80kg/m^3 、骨材置換で 160kg/m^3 の計 240kg/m^3 として、セメントとプレミックスして使用した。

表 - 2 コンクリート配合 * P=C+FA

W/P (%)	FA/C (%)	単位量 (kg/m^3)			
		水	セメント	フライアッシュ	骨材
43	75	240	320	240	1,251

5. 吹付け方法

のり面用コンクリート吹付け工では、一般に、すべての材料を練り混ぜたコンクリートを圧縮空気で吹付ける湿式吹付け方式が用いられている²⁾。しかし、骨材とフライアッシュに含まれる微粒分はコンクリートの粘性を大きくし、吹付けコンクリートの圧送性に影響を与えるため、吹付け方式はドライミックスした材料を圧縮空気により圧送して、別系統で送られてくる水をノズル手前で混ぜ合わせる乾式吹付け方式を採用した。水は電磁流量計を通して所定量を送水ポンプで送り、吹付けたコンクリートの性状に合わせて微調整を行った。なお、圧送ホースは1.75インチを使用した。

6. 施工性

吹付けの施工性は、圧送作業時において脈動が少なく、吹付け機や圧送ホースの閉塞も1日に最大3回と良好であった。吹付けの施工状況を写真 - 1 に示す。吹付け機の製造バッチ数から算定した吹付け面積(厚さ7cm)と、計測による実際の吹付け面積から求めたロス率は18.7%であり、また、計測による平均吹付け厚さは8cmであったことを考慮すると、はね返りの発生は少ないと判断される。1日の最大吹付け量は 18.3m^3 であり、海砂を用いた一般的な湿式吹付け方式の場合と同等の施工能力が得られた。



写真 - 1 吹付けの施工状況



写真 - 2 コアの状態

7. 圧縮強度

吹付けコンクリートの圧縮強度の確認は、供試体採取用型枠に吹付けて採取したコアについて行った。採取したコアの状態を写真 - 2 に示す。供試体の寸法は $\phi 50 \times 100\text{mm}$ とし、供試体の数はそれぞれの実施日について3個以上とした。材齢7日および材齢28日における吹付けコアの圧縮強度および見掛け密度を表 - 3 に示す。材齢28日の圧縮強度は設計基準強度 15N/mm^2 を満足しており、また、充填性も良好であり、見掛け密度にも大きなばらつきはみられなかった。のり面用吹付けコンクリートの場合、圧縮強度の変動係数は、一般に、25%程度を見込むことが多いが、材齢28日の圧縮強度全体(供試体数22本)の変動係数は9.5%であった。施工条件やサンプル数の違いはあるが、フライアッシュとコンクリート廃材全量を骨材としたのり面用吹付けコンクリートの品質の安定性は良好であったといえる。

表 - 3 圧縮強度および見掛け密度

実施 No	圧縮強度 (N/mm^2)		見掛け密度 (kg/m^3)	
	7日	28日	7日	28日
	24.0	30.0	1,998	2,028
	19.1	27.7	1,984	2,017
	24.2	33.9	2,029	2,039
	20.5	28.0	2,045	2,073
平均	21.9	29.9	2,014	2,039

8. まとめ

フライアッシュと、コンクリート廃材を破碎して、その全量を骨材として利用したのり面用吹付けコンクリートは、乾式吹付け方式を採用することにより、良好な施工性を得られることが実工事において確認された。コンクリート廃材全量を骨材として利用したコンクリートの場合には、圧縮強度の低下が懸念されるが、フライアッシュを大量に使用することにより、圧縮強度は設計基準強度 15N/mm^2 を十分満足する結果が得られた。

[謝辞] 島根原子力発電所3号機建設における仮設のり面吹付け工事の施工にあたっては、中国電力(株)島根原子力建設所および鹿島・清水・奥村・大林・大成JV工事事務所の方々には、多大なるご協力をいただきました。ここに、深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 大西, 横田ほか: コンクリート廃材のリサイクルへの取組み(その1) 土木学会第60回年次学術講演会 5-445 2005.9
- 2) コンクリートライブラリー122 吹付けコンクリート指針(案)[のり面編] 土木学会