

題目 再生骨材コンクリートの配合設計と品質管理等について

東北電力株式会社 豊実・鹿瀬発電所工事事 法人会員 ○清水 強・正会員 油井 義郎

概要 東北電力株式会社が一級河川阿賀野川水系阿賀野川で進めている豊実発電所改修工事は、運転開始（昭和4年）以来約80年を経過し、経年により老朽化した水車・発電機、発電所基礎、発電所建物等をリプレースするものであり、平成20年より工事を実施している。

本工事では、新設工作物を設置する個所の既設工作物を撤去することに伴い、大量の解体コンクリートが発生するため、この解体コンクリートを破碎・処理し、充填コンクリート用の粗骨材として再利用したことから、この粗骨材を用いた再生骨材コンクリートの配合、品質管理に係る検討結果を報告するものである。

1. はじめに

一級河川阿賀野川水系阿賀野川に位置する豊実発電所は、昭和4年に運転を開始した最大使用水量270m³/s、最大出力56,400kWのダム式発電所であり、水車・発電機、発電所基礎、発電所建物等の大規模改修工事を平成20年8月より実施している。

本工事では、既設工作物を撤去することにより約23,000m³と大量の解体コンクリートが発生することから、この解体コンクリートの産業廃棄物処理量の低減、環境保全、およびコスト低減を目的に、残置する既設工作物の空洞部充填コンクリート用の粗骨材として再利用を図るものである。

2. 再生骨材コンクリートの性能

(1) 要求性能

本工事の充填コンクリート打設量は約22,000m³を予定しており、その再生骨材コンクリートの要求性能は以下のとおりとした。

- ①：簡易処理（一次破碎のみ）で再生骨材を製造
- ②：構造用コンクリートとしての強度、耐久性は期待しない

- ③：ポンパビリティを確保する

(2) 目標性能

強度、耐久性は期待しないことから、目標性能はJIS規格の再生骨材Lを用いたコンクリート（以下、JISA5023という。）相当品とし、呼び強度は18N/mm²とした。

3. 配合設計

簡易処理で製造した再生粗骨材は、骨材周囲に原コ

ンクリートのモルタル分が多く付着しており、天然骨材と比較して吸水率が高いことが知られている。

このことがコンクリートのフレッシュ性状やポンパビリティに影響を及ぼしやすいことから、再生粗骨材の吸水状態を適切に管理することが、安定した品質の再生骨材コンクリートを製造するために必要となる。

そこで再生粗骨材の吸水率を確認するとともに、所要のフレッシュ性状、および圧縮強度を確保できる配合選定を目的に、室内配合試験ならびに実機配合試験を行い、現場配合を選定することとした。

(1) 骨材試験結果

再生粗骨材はコンクリートの品質を安定させることを目的に、20～5mmと40～20mmの2種類に分級して使用することから、骨材試験も2種類に分級した骨材と、製造工程を考慮した分級しない一括骨材の3種類で実施した。分級骨材の20～5mmと一括骨材の40～5mmについては、吸水率と微粒分量が再生骨材Lの規定を満足しない結果となった。表-1に骨材試験結果を示す。

表-1 骨材試験結果

試験項目	単位	再生粗骨材			再生骨材L 規定値
		2005	4020	4005	
絶乾密度	g/cm ³	2.07 (2.15)	2.24 (2.38)	2.06 (-)	——
表乾密度	g/cm ³	2.28 (2.34)	2.38 (2.49)	2.28 (-)	——
吸水率	%	10.18 (8.39)	6.58 (4.06)	10.47 (-)	7.0%以下
粗粒率	-	6.72 (6.05)	7.96 (7.89)	7.11 (-)	——
実績率	%	75.6 (67.2)	64.6 (60.5)	75.7 (-)	——
微粒分量	%	4.60 (3.90)	2.00 (0.31)	7.28 (-)	2.0%以下

※上段は実機試験結果、下段（ ）は室内試験結果を示す

(2) 吸水率試験結果

骨材試験の結果、吸水率が高くフレッシュ性状等に

キーワード：再生骨材、再生骨材コンクリート、品質管理

連絡先：〒959-4302 新潟県東蒲原郡阿賀町鹿瀬字松ヶ崎 11540-10・Tel0254-92-0673・Fax0254-92-0675

影響を与えることが想定されたことから、適正な吸水方法を選定するため、2種類の吸水処理を施した再生粗骨材を用いて吸水率試験を行った。

骨材 1, 2 とも 1 時間程度吸水させることで、24 時間の吸水率に対し 80% 程度の吸水が得られることが確認できたため、散水処理でも十分に吸水可能と判断された。表-2 に吸水率試験結果を示す。

表-2 吸水率試験結果

吸水処理方法		吸水率 (%)				
		無処理	10分	1時間	3時間	24時間
骨材 1 (浸水)	2005	4.20	—	7.14	7.36	8.73
	4020	1.97	—	3.63	3.68	4.64
骨材 2 (散水)	2005	4.20	7.00	7.54	—	8.73
	4020	1.97	3.56	3.86	—	4.64

(3) 配合条件

単位セメント量と空気量の管理値は、JIS 規格の再生骨材を用いたコンクリート標準仕様書 (JIS TS A0006)、強度と練混ぜ直後のスランプ値は JIS A5023 に準拠した。なお、配合条件に示すフレッシュ性状は現場荷卸時とし、プラントからの運搬時間を考慮し、練混ぜ 60 分後における試験値とした。表-3 に配合条件を示す。

表-3 配合条件

項目	配合条件	備考
粗骨材最大寸法	40mm	
設計基準強度	18N/mm ²	呼び強度 18 (JIS A5023)
単位セメント量	280kg/m ³	(JIS TS A0006)
スランプ	12±3.0cm (練混ぜ 60 分後)	練混ぜ直後 18cm (JIS A5023)
空気量	5.0±2.0% (練混ぜ 60 分後)	練混ぜ直後 5.5% (JIS TS A0006)

(4) 配合試験

表-4, 5 に示す室内配合試験, ならびに実機配合試験を行った結果, 表-6 に示す分級配合において, 練混ぜ 60 分後のフレッシュ性状を満足することが確認された。表-7 に性状確認結果を示す。

表-4 室内配合試験の内容

試験名	試験内容
① 骨材の物性試験	密度・吸水率, ふるい分け, 微粒分量, 単位容積質量・実積率
② 粗骨材の混合割合選定	2005, 4020 の最適な混合割合選定
③ 粗骨材の吸水処理試験	2 種類 (浸水・散水) の吸水処理方法が配合に与える影響を確認
④ 暫定配合の決定	暫定配合の選定
⑤ 室内配合試験	単位水量の子備選定試験, 細骨材率の選定試験, 供試体による圧縮強度試験, 加圧ブリーディング試験, ブリーディング試験

表-5 実機配合試験の内容

試験名	試験内容
⑥ 実機プラント骨材の物性試験	試験破砕 & 混合割合選定, ①と同試験, 骨材の散水試験
⑦ 実機配合試験	実機骨材でのフレッシュ性状確認, AE 減水剤による SL・空気量の調整・確認, アジテータ車による SL・空気量ロスの確認, ポンプ車による圧送試験, 供試体による圧縮強度試験, 再生粗骨材 4005 の適用性検討

表-6 示方配合

条件	配合条件 (%)			示方配合 (kg/m ³)					
	W/C	s/a	AD/C	W	C	s	粗骨材		AD
							2005	4020	
分級	58.9	45.0	1.00	165	280	804	491	402	2.80
一括	58.9	45.0	1.00	165	280	804	(4005) 873		2.80

表-7 性状確認結果

条件	スランプ (cm)			空気量 (%)					圧縮強度 (N/mm ²)
	経時変化 (min)			経時変化 (min)					
	0	30	60	0	30	60	90	28 日	
分級	17.0	14.0	11.5	9.5	4.5	4.3	4.1	4.3	21.2
一括	17.5	11.0	7.5	7.0	5.0	4.0	3.6	3.8	21.3

(5) 試験の考察

a. フレッシュ性状

分級粒度配合はスランプ, 空気量ともに許容値を満足したことから, 再生粗骨材の表面水率を適正に判定することで, 所要のフレッシュ性状を有する再生骨材コンクリートが製造可能と判断した。

b. ポンプ圧送性

圧送試験では分級, 一括粒度配合とも許容値を満足する結果を得たことから, 実機配合試験で選定した示方配合は所要のフレッシュ性状を有し, ポンプ圧送可能と判断した。

c. 圧縮強度

分級, 一括粒度配合とも材齢 28 日の圧縮強度が呼び強度である 18N/mm² を満足したことから, 粗骨材粒度の混合比が圧縮強度に与える影響は小さいと判断した。

4. 施工状況

(1) 骨材製造方法

再生骨材の製造方法はコスト低減を考慮し, ふるい分け法を採用した。一次処理としてジョークラッシャー (ガラパゴス) で粒径 40mm 以下に破碎し, 二次処理でスクリーンにより 5mm 以上, 5mm 未満にふるい分けを行い, 5mm 以上を再生粗骨材として利用した。

(2) 品質管理方法

再生骨材の表面水率を安定させるため, 使用前日に 3 時間程度, 散水設備でプレウェッティングを行った。

また, 再生骨材コンクリートは打設毎に 1 回, かつ 150m³ 毎に 1 回, 性状ならびに強度検査を行った。

(3) 実施結果

これまで約 14,000m³ の再生骨材コンクリートの打設を完了し, 性状ならびに強度検査を 110 回以上行っているが, 配合条件として設定したスランプ, 空気量, 設計基準強度を全て満足し, ポンプビリティも良好であることから, 当初計画どおり工事を進めることが出来ている。

5. おわりに

本工事における, 再生骨材コンクリートの打設は今年度で大部分が完了する予定であるが, 本検討結果や蓄積データが他工事に活用できれば幸いである。最後になるが, 本検討にご協力いただいた豊実発電所改修工事共同企業体ほか関係各位に深く感謝申しあげる。