

# 頁岩骨材を用いたコンクリートの施工性能改善方策

九州電力(株) 小丸川発電所建設所 正会員 長崎 義美  
九州電力(株) 小丸川発電所建設所 正会員 池田 健一

## 1 はじめに

小丸川発電所は、宮崎県中央部の一級河川小丸川に位置する純揚水式発電所（建設中）であり、建設に必要なコンクリート総打設数量の76%に当たる35万m<sup>3</sup>を現場プラントで製造する計画である。骨材については、コストや環境負荷低減の観点から、地下発電所・水路系トンネル工事から発生する「掘削ずり」を有効利用しており、先行して発生した「頁岩」を使い、約6万m<sup>3</sup>のコンクリートを製造した。なお、使用骨材原石は、平成14年12月より「花崗岩」へ切り替えている。

頁岩使用のコンクリートは、強度や耐久性の面では配合上の対策で問題はなかったが、フォーム・配管・シュートなどの多様な打込みの中で、配管閉塞や多量のブリージングが生じ、再加圧に課題が多かった。

本稿では、頁岩使用コンクリートに採用した施工性能改善方策とその実施結果について述べるものである。

## 2 改善方策の検討

頁岩には、葉理面の発達により偏平偏長に割れ易く、このため骨材形状が角張り、単位水量の増加を招き、碎石・砕砂として用いることから更に増加する、等の特徴があり、コンクリート用骨材として殆ど使われていない。

コンクリートの配合は、強度・耐久性・施工性・経済性のバランスが最良となるように定めるのが原則であるが、前述の症状が生じたことから、現配合は強度・耐久性重視の配合に偏り、骨材の特殊性を踏まえた施工性に対する配慮が十分でないことが原因と推測された（図-2）。

検討は、現行のコンクリートの製造に支障が無いよう室内試験を中心に行い、プラント実機試験・現場打設試験を経て、配合を修正した。

具体的には図-3の手順に沿って検討を進め、表-1に示す改善方策を採用した。

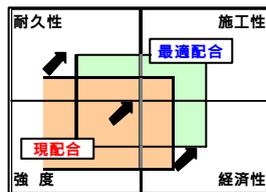


図-2 配合設計の概念図

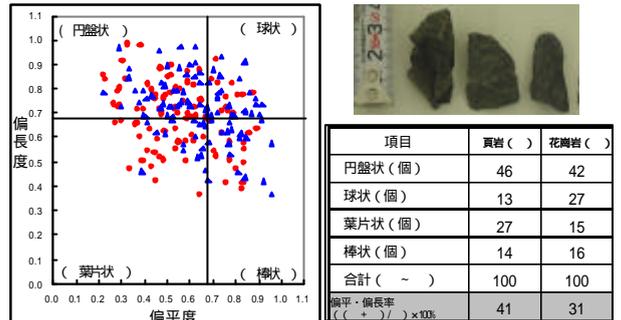


図-1 岩種別粒形比較（偏平偏長率，写真：頁岩2005）

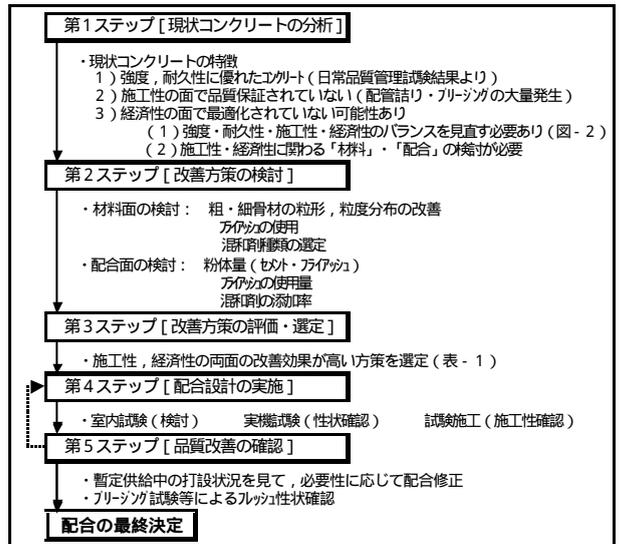


図-3 改善方策の検討手順

表-1 選定した改善方策と期待される効果

改善方策	改善方策の概要	改善の実績数値	改善効果 ( : 効果大, : 効果有, : 逆効果)			
			施工性	経済性	耐久性	強度
A	球状の微粒子であるフライアッシュをセメントと置換して用い、コンクリートの流動性の増加、同一スラブを得るための単位水量の低減を図る。	フライアッシュ置換率25% 単位水量の7%を減水 コンクリート便覧		-		-
B	角張った形状の細骨材では、流動性を得るためのモル分・単位水量が増えるため、角を取り除いて形状を改善する機械を採用する（図-4）。	ル・マックの導入(45m/s) 単位水量の4.5%を減水 他地点ダム実績			-	
C	機械的な調整（機械の回転速度の増加：5565m/s）により、細骨材の更なる粒形改善を図る（但し、定量的な減水効果は、実績がないため不明）。	粒形判定実積率 58.9%(45m/s) 粒形判定実積率 59.3%(65m/s) 他地点ダム実績			-	
D	粉体（セメント・フライアッシュ）量は、強度面での必要量、施工面での必要量（配管打設時）があり、両方を満たすように確保する。	305kg/m <sup>3</sup> 以上を確保 ポンプ施工指針（案）			-	

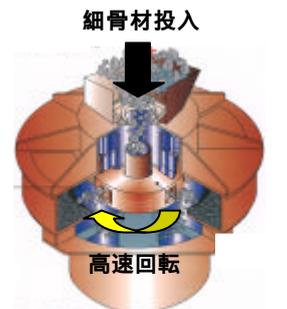


図-4 細骨材粒形改善機

キーワード：掘削ずり，頁岩，施工性能，配合設計

連絡先：宮崎県児湯郡木城町大字椎木 4246 番地，TEL0983-32-4025，FAX0983-32-4037

3 施工性能の改善結果

出荷量の多いコンクリート配合を対象に，改善方策による配合の見直しを行った結果，次の効果が得られた。

単位水量の低減（図 - 5）

- ・方策(A+B)を採用することで17kg，方策(A+B+C)で更に5kgの減水効果（194 177 172kg）。
- ・方策(A+B+C)により，土木学会が推奨する単位水量の上限値175kg以下を満足（172 175kg）。
- ・方策(A+B+C)により，ブリージング量を方策(A+B)の83%程度に低減（0.362 0.297cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>）。
- ・ブリージング量の少ない川砂使用コンクリート（0.24cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>）に近い値まで，方策(A+B+C)により低減。

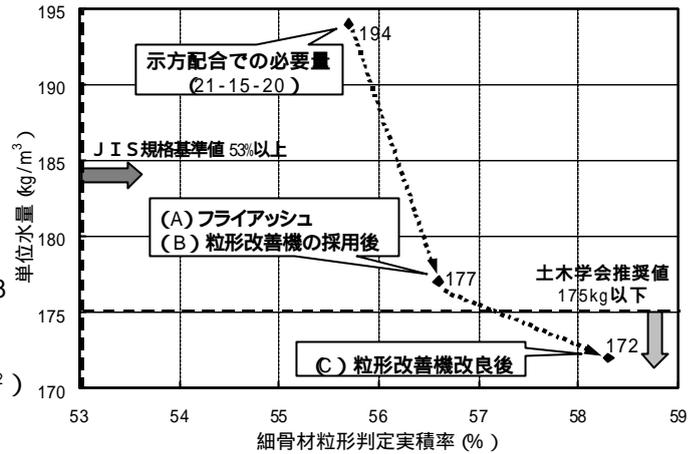


図 - 5 改善方策と単位水量の低減効果

4 改善配合の決定

細骨材粒形の改善により，骨材の噛合せがより密実になるため，一般的にコンクリート強度が増加する傾向にある。今回の改善において，同一強度レベル（21N）で比較した結果，配合強度を満足する水・結合材比(W/(C+F))は6%上昇し（53 59%），期待通りの強度増進が見られた（図 - 6）。

更に，スランプ・空気量等のフレッシュ性状を満足させるために必要な単位水量が5kg減少したことにより，粉体量は42kg減少し，経済性にも優れた配合へと改善できた（表 - 2：Study1）。

しかし，配管打設においては，粉体量が不足した場合，ポンプ圧送性の低下・配管閉塞の発生等が懸念されたため，方策(D)を踏まえ，配管打設における必要粉体量（305kg/m<sup>3</sup>）を十分確保した配合を設定した。

更に，耐久性の面では，水・結合材比が55%以下であれば，構造物が十分な水密性を有することが，既往実績から確認されており，これについても考慮した。

これらの検討を踏まえ，出荷配合を最終決定し，各打設方法に適応した配合に修正した（表 - 2：Study2）。

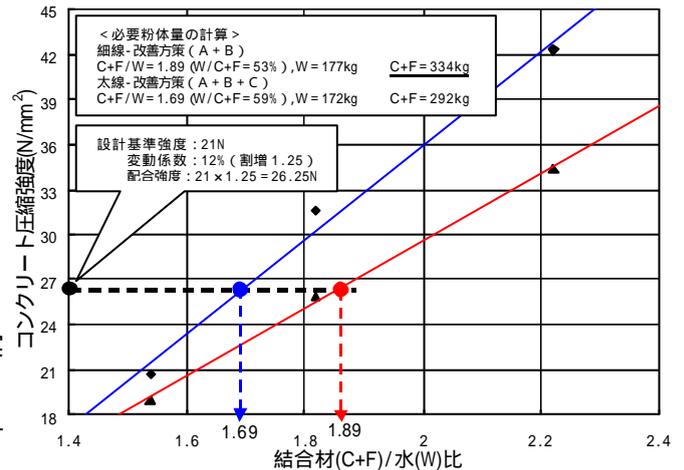


図 - 6 強度 - 水・結合材比関係式の比較

表 - 2 改善方策によるコンクリート配合の変化

配合条件					改善方策	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				適用打設方法			備考				
強度 N/mm <sup>2</sup>	スランプ cm	Gmax mm	空気量 %	FA置換率 %		W/(C+F) %	単位水量				シュート バケット	ブーム		配管			
							W	C	F	C+F							
21	15	20	45	30	Study1) 基本配合の改善												
					改善(A+B)	53	177	234	100	334	863	935	1%				
					改善(A+B+C)	59	172	205	87	292	927	930	1%			×	施工性(配管)・耐久性の改善不十分
					差	-	5	29	13	42							
					Study2) 施工性・耐久性を踏まえた配合の修正												
					改善(A+B+C)	59	172	205	87	292	927	930	1%			×	
改善(A+B+C+D)	55	172	219	94	313	910	927	1%				24N配合を配管打設用に設定					
差	-	0	14	7	21												

5 おわりに

施工上の不具合を契機に，使用材料・配合設計を根本的に見直し，改善後は施工上のトラブルも無く，順調な供給を実施することが可能となり，強度・耐久性・経済性の面でも最適化できた。

掘削ずりの有効利用は，近年の土木技術に求められる経済性の追求，環境保全という至上命題を包含した計画であるが，施工性能の低下の問題が生じ，粒形の悪い材料を用いることの難しさを痛感することとなった。川砂利・川砂の不足，海砂の採取規制等により，粒形の悪い骨材の使用は全国大の共通課題であり，大規模な設備改善や供給停止等を伴わない今回の改善手法が，改善方策の一例として参考になること願いたい。