

ハッ場ダムにおけるレベル2地震動対応コンクリートの品質管理について

清水建設株式会社 正会員 ○山口 浩 正会員 廣田 遼次
正会員 木村 雅臣 正会員 平塚 毅

1. はじめに

ハッ場ダムは L2 地震動への対応が設計に取り入れられた初めてのダムであり、構造設計上の対策¹⁾以外にコンクリートの配合においても、他のダム実績ではなかった引張強度および静弾性係数の管理が求められた。しかし、ハッ場ダムの骨材は現場付近の原石山から採取、製造しており、骨材の物性として要求性能を満たせない課題があった。本報告では、配合確認試験より得られた試験結果の考察および管理方法の検討、そして実施工へ適用した結果について述べる。

2. 配合

レベル2地震動への対応として配合が検討された箇所は、上流面岩着部分(A1II配合)および、門柱部(L2P 配合)である。配合区分を図-1に、要求性能を表-1に示す。当該箇所では引張強度および静弾性係数が要求性能として定められていた。配合表を表-2に示す。セメントには中庸熟フライアッシュ 30%置換(MF30)を使用している。

3. 配合確認試験

3-1. A 1 II 配合

試験体を作成し配合確認試験を実施した。圧縮強度および引張強度の関係を図-2に示す。材齢91日における圧縮強度の発現に対し、引張強度が低下する傾向が見られた。割断面を確認すると(写真-1)、材齢28日までは骨材とモルタル層の界面で割裂しているのに対し、材齢91日においては骨材が割裂している様子が見てとれる。骨材強度が引張強度に影響していることが示唆されたため、骨材の点載荷試験を実施した²⁾。結果

表-1 要求性能

配合名	設計物性値			打設箇所	打設方法
	圧縮強度	引張強度	静弾性係数		
	N/mm ²	N/mm ²	kN/mm ²		
A1 II 配合	40.0	3.5	—	上流面岩着	バケット
L2P 配合	40.0	—	23.0	門柱部	ポンプ車

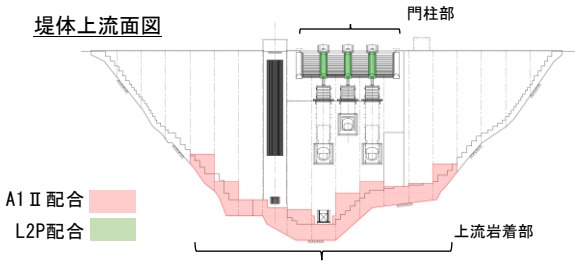


図-1 配合区分



写真-1 引張強度試験後割裂面

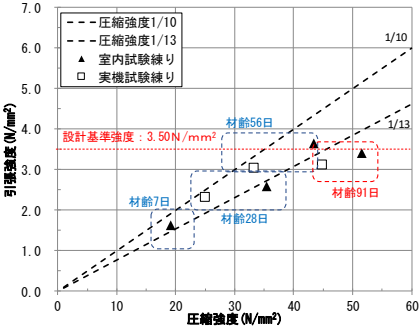


図-2 引張強度試験結果

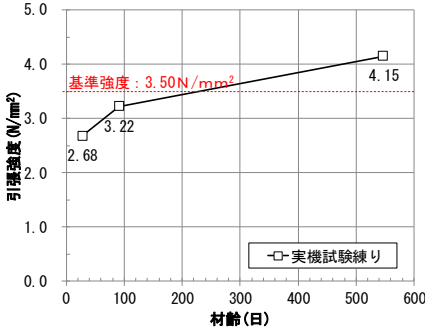


図-3 長期材齢引張強度試験結果

表-2 配合表

配合名	粗骨材 最大寸法	スランブ	空気量	水 結合材比 W/(C+F)	細骨材率	単位量 (kg/m ³)							
						水	結合材	細骨材	粗骨材			混和剤	
						W	C+F (MF30)	S	80～40 mm	40～20 mm	20～5 mm	高性能 AE減水剤	超遅延剤
mm	cm	%	%	%									
A1Ⅱ配合	80	3.0±1.0	3.5±1.0	40	26	102	255	527	499	488	488	B×1.0%	B×0.3%
L2P配合	40	15.0±2.5	4.0±1.0	39	40	152	390	701	—	516	514	B×0.7%	B×1.5%

キーワード コンクリートダム, レベル2地震動, 引張強度, 静弾性係数
連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1 清水建設(株) 土木技術本部 山口 TEL: 03-3561-3915

を表-3 に示す。骨材の圧裂強度がモルタルの割裂強度を下回っていることから、骨材強度がコンクリート引張強度に影響している可能性があることが分かった。骨材の強度自体を改善することは難しいため、モルタル強度を上げることを解決策として考え W/B40%以下で試験練りを行った。しかし、粘性が高くなり過ぎ、打込み可能なコンクリート性状を得ることはできなかった。一方、MF30 のポズラン反応による長期の強度増進が期待されたため、長期材齢における引張強度の確認を行った。結果を図-3 に示す。材齢 91 日に満足しない供試体も材齢 1.5 年には満足することが確認された。この結果より、管理材齢を延ばすことにより引張強度を管理することとした。

表-3 モルタルおよび骨材の引張強度

試験項目および試料	試験結果	備考
割裂引張試験	モルタル供試体	4.0 N/mm ² A1Ⅱ配合(粗骨材抜き)
点載荷試験	採取骨材(20~5mm)	1.7 N/mm ² JGS 3421

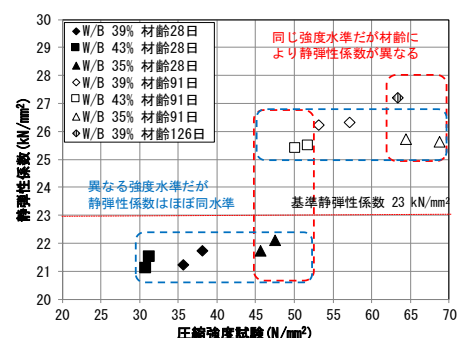


図-4 静弾性係数試験結果

3-2. L2P配合

コンクリートの静弾性係数は骨材の静弾性係数に影響を受けることが知られており²⁾、骨材の品質のばらつきにより要求性能を満たさない場合が想定された。W/B を振った異なる強度水準における静弾性係数と圧縮強度の関係を図-4 に示す。静弾性係数は、同じ材齢における異なる強度レベルに対し差がつかないのに対し、同じ強度レベルでも材齢が伸びるほど増加する傾向にあることが分かった。これはポズラン反応による材齢経過に伴う緻密性の向上による影響と推察される。これらの結果から、強度水準を上げるよりも管理材齢を延ばすことで有効に管理できるものと判断した。

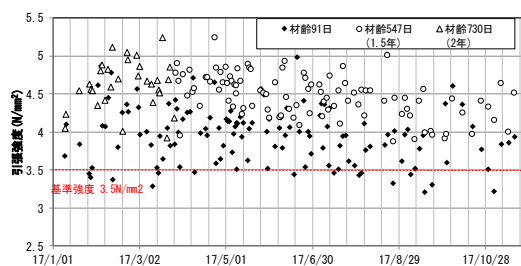


図-5 実施工における A1Ⅱ配合引張試験結果

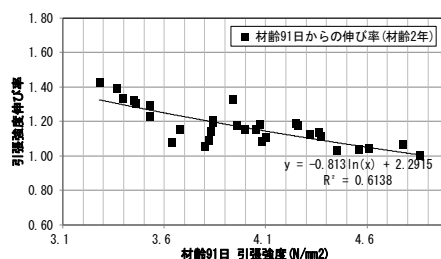


図-6 実施工における L2P 配合静弾性係数試験結果

4. 実施工

実施工における試験結果を図-5 および図-6 に示す。引張強度は材齢 91 日では要求性能を満足しないものもあったが、2 年のうちに増進し要求性能を満足することが確認された。材齢 91 日に対する伸び率を見ると、強度が低いものほど伸びる傾向にあった。静弾性係数についても、試験値が低下した時期があったが、長期材齢においては要求性能が満足されたことが確認された。

5. おわりに

本ダムは、骨材の品質により通常の管理では要求性能を満たせない状況において、フライアッシュセメントによる強度増進を考慮することにより長期材齢における品質管理を行った。激甚化する自然災害に備え、ダムの設計に高品質な性能が求められる一方、建設予定地付近における自然骨材を使用するケースが多く、必ずしも高品質な骨材が使用できるものではない。それに対し、セメント種類の特性と管理材齢の考え方を合わせることで解決方法の一つであることが今回の事例から示唆された。この考え方が今後のダムにおける設計の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 市花 圭一郎, 松尾 聡, 干川 正也: ハッ場ダム天端ピア部レベル 2 地震動への対応事例の報告, 第 74 回土木学会全国大会年次学術講演会, VI-718, 2019. 9
- 2) 森濱 和正, 河野 広隆, 加藤 俊二, 土屋 浩樹: 骨材強度がコンクリートの圧縮および引張強度に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.19, No.1. 1997