

CO₂を指標としたコンクリートダム建設事業における環境負荷削減対策の算定事例

八千代エンジニアリング株式会社 (正)鶴巻峰夫、(正)星山英一、○(正)中田泰輔

1. はじめに

京都議定書の発効を目指し、CO₂を始めとする温室効果ガスの削減について国際的な枠組みが整備されるなか、わが国においては「地球温暖化対策の推進に関する法律」が施行され、事業者が排出抑制計画を策定し排出実態を自ら把握・公表することの努力規定が示されている。このように社会資本整備による環境負荷の削減が重要視されるなか、ダム建設事業によるCO₂排出に対する削減対策の効果及び工事費用増減について検討を行った。

2. モデル事業の設定

本検討のモデルダムは、堤高122m、堤体積122万m³とし、その施工方法は本体部については柱状工法及びELCM、人工岩盤部にはRCD工法を用いることとした。また、整備する道路延長を約60kmとし、コンクリート擁壁の施工区間を25kmとした。

3. 削減対策の設定

モデルダムの現計画・機能を変更せずに適用可能な削減対策として以下を設定した。なお、京都議定書の批准に際し、日本に課せられたCO₂削減目標は、平成2年における排出量に対して6%を削減することであることを勘案し、評価に用いるCO₂排出量のベースラインは平成2年度の技術レベルとした。

表-1 CO₂削減対策

NO.	対策内容	概要
1	本体及び人工岩盤部の内部コンクリートのフライアッシュ置換率の向上	平成2年にELCMで施工しているダムではフライアッシュ置換率を20%としている事例 ¹⁾ が多く、RCDで施工しているダムではフライアッシュ置換率を30%としている事例 ¹⁾ が多いため、モデルダム本体の置換率を30%、人工岩盤部の置換率を20%とし、これをベースラインとした。現在の置換率は30%が一般的であり、夏期においては置換率を40%とする例も多いことから、1年のうち9ヶ月を30%、夏期の3ヶ月を40%とした置換率について検討した。年間を通じた置換率は32.5%である。
2	内部コンクリートへのI種フライアッシュの適用	I種フライアッシュを用いた場合のCO ₂ 削減の検討 ²⁾ がなされており、同じフレッシュ性状を満足し、必要な強度が得られる範囲で置換率を変化させ、置換率45%の場合に最も単位セメント量を削減できたとされている。配合試験は必要ではあるが、使用の可能性は十分に考えられるため、モデルダムにおいても、45%の置換率で実施できるものと仮定し、これを検討対象とした。
3	本体部の単位セメント量の削減	堤体上部では下部と比較して発生する応力が小さくなる傾向がある。このため、標高に応じて単位結合材量を変化させている事例 ³⁾ がある。モデルダムについても本体部を低標高部と高標高部に分け、高標高部における単位セメント量を140kg/m ³ から130kg/m ³ とし、10kg/m ³ を削減することとした。
4	補償道路等への木製擁壁の利用	モデルダム建設に係わる道路事業の延長は約60kmであり、補強工(コンクリート擁壁)の延長は約25kmである。この補強工において木製擁壁適用箇所を設定し、CO ₂ 削減効果を検討対象とした。
5	人工岩盤部へのCSG工法の採用	ダム事業における建設副産物の有効利用として技術的に発展しているCSG工法の採用による二酸化炭素削減効果について確認することとし、本業務における二酸化炭素削減対策として設定した。

各対策の適用可能箇所を表-2に示す。ダム本体についてはフライアッシュの利用、単位セメント量の削減を内部コンクリートに対し適用し、人工岩盤部の一部にCSG工法を適用することについて検討した。道路擁壁については総延長の約1割にあたる2.7kmに対し木製擁壁の適用を検討した。

表-2 対策適用箇所

対策箇所	適用箇所	適用対策
本体	内部コンクリート 49,834 t	1, 2, 3
人工岩盤1	" 12,415 t	1, 2, 3
人工岩盤2	" 4,585 t	1, 2, 5
道路擁壁	コンクリート擁壁 2,686m	4

キーワード：二酸化炭素排出量、コンクリートダム、環境負荷削減対策、地球温暖化

連絡先：〒153-8639 東京都目黒区中目黒1-10-23 TEL 03-3715-7269 FAX 03-3715-1339 (中田泰輔) e-mail:nakata@yachiyo-eng.co.jp

4. 削減対策の効果及び費用増加

4.1 個別対策のCO₂削減効果

個別対策の削減効果を表-3に示す。単位当たりの削減効果としては木製擁壁が高いものの、適用箇所が少ないため、各タイプの擁壁の削減効果を合計してもI種フライアッシュを利用したケースの1割程度であった。資材としてCO₂の排出が大きいセメントを多量に使用する本体部分への対策の適用が、単位効果は小さいものの工事全体としては効果が大きい。また工事費用としては、セメントとII種フライアッシュの単価に大きな差がないため、II種フライアッシュの置換率を向上させても費用の増減は無い。I種フライアッシュを用いた場合、単価がII種フライアッシュの1.5倍程度であるため、約1.7億円の費用増加が見込まれる。木製擁壁については約0.6億円の増加が見込まれる。なお、本検討ではコンクリート擁壁の耐用年数を50年とし、木製擁壁の耐用年数を20年と設定したため、耐用年数の設定により費用及びCO₂排出量は変化する。

表-3 削減効果

No.	対策内容		CO ₂ 削減対策の 単位効果	CO ₂ 削減量 (t-C)	費用増減 (千円)		
1	ダム堤体部	フライアッシュ置き換え 置換率20%→32.5%	0.010 t-C/t	887.0	なし		
2		II種→I種	0.036 "	3,291.0	168,382		
3		単位セメント量の削減	0.003 "	295.0	-14,111		
4	道路部	木製擁壁の利用	重力式	▲ 0.048 t-C/m	▲ 3.2	1,259	
5			2.0m	0.125 "	53.9	13,321	
6			3.0m	0.429 "	15.5	-2,395	
7			L型	1.0m	0.042 "	1.6	-177
8			2.0m	0.222 "	10.0	-1,499	
9			モタレ式	3.0m	0.336 "	216.8	-8,948
10			モタレ(等厚)式	3.0m	0.345 "	63.3	10,112
11			ブロック積	2.0m	0.029 "	▲ 58.4	50,172
12			3.0m	0.057 "	6.5	-724	
13	人工岩盤部	建設副産物の利用	減勢工にCSG適用	0.004 t-C/t	357.0	-18,221	

削減量の欄の▲は対策の実施によりCO₂が増加する分

※道路部木製擁壁の利用による削減量は補償道路、工事用道路の効果の合計値

4.2 対策の組み合わせによるCO₂削減効果

個別対策の効率的な組み合わせについて検討した。内部コンクリートのフライアッシュ置換率の差による個別対策については併用できないため、表-4の3つの組み合わせとした。S3については掘削ガラや間伐材などの建設副産物の有効利用のみを実施した場合の効果について確認するために設定した。

各組み合わせによる二酸化炭素削減量及び費用増加分を表-5に示す。I種フライアッシュを利用するS2で約4千t-Cの削減効果が見込まれるが、費用増加分が大きく削減単価は約47千円である。II種フライアッシュを利用したS1では削減量が約1.7千t-CとS2に比べ効果が小さいものの、削減単価は19千円である。なお、本体への削減対策を実施しないS3においても約0.7千t-Cの削減が見込まれるが、削減単価は69千円と最も大きくなる。

5. おわりに

対策として設定したフライアッシュの置換率が実際に適用可能であるかを配合試験等により確認する必要がある。また、人工岩盤へのCSG工法の採用や、フライアッシュの置換率を季節的に変更するなど、実際に施工可能であるかを、施工計画と整合を図る必要がある。I種フライアッシュの利用や、木製擁壁の利用など知見が十分でない対策の実施にあたっては、データの収集・分析が必要である。

<参考文献>

- (財)日本ダム協会：改訂版RCD工法施工の手引き、(財)日本ダム協会、1994.6
- 吉田等、佐々木隆、町田宗久、大滝嘉孝：フライアッシュI種置換によるダムコンクリートのCO₂削減効果、ダム技術No.171、2000年12月号
- 島田保之、堀部慶次：神流川発電所下部ダムの設計と施工、電力土木No285、2000年1月号

表-4 個別対策の組み合わせ

対策内容	S1	S2	S3
フライアッシュ置換率 20%→32.5%	●	-	-
II種フライアッシュ→I種 フライアッシュ	-	●	-
単位セメント量の削減	●	●	-
木製擁壁の利用	●	●	●
減勢工にCSG適用	●	●	●

表-5 組み合わせ別削減量及び単価

	S1	S2	S3
二酸化炭素削減 量 (t-C)	1,693	3,902	663
費用増加分 (千円)	31,727	184,635	45,838
削減単価 (千円/t-C)	19	47	69