

VII-134 コンクリートダムの施工業務と保全業務における環境負荷評価

関西大学工学部 フェロー 三上市蔵
日特建設株式会社 正 会 員 〇川原隆士

1. はじめに

インフラストラクチャの整備と環境問題は密接に関連していると考えられる。多種多様なインフラストラクチャがあるが、ダムは複合構造物であり、環境への影響も甚大であると考えられる。このため、ダムの環境負荷評価に関する研究がなされているが、対象はロックフィルダムであり、環境負荷物質としては CO_2 のみが取り上げられており、環境問題として地球温暖化のみを評価していることになる。

本研究ではアーチ式コンクリートダムの黒部ダムを取り上げ、地球温暖化と酸性雨を評価対象にし、各環境問題を引き起こす要因物質の排出量を算出し、さらに、各環境問題の評価を 1 つの指標により統合化することを試みた。また、既報のロックフィルダムと黒部ダムの環境負荷を比較した。

2. 研究対象とする環境問題

本研究では、大気圏での地球規模環境問題に着目することにした。すなわち、地球温暖化、オゾン層破壊、酸性雨であるが、オゾン層破壊はフロン of 全廃が決定しているため、今後縮小するものと考え、今回の対象から除外した。

残り 2 つの環境問題を考慮するにあたり、排出を抑えることができれば、それぞれの環境問題は進展しないという要因物質に着目した。すなわち、地球温暖化の要因物質である CO_2 、酸性雨の要因物質である SO_x 、 NO_x である。

3. 黒部ダムにおける環境負荷物質の排出量

実際に建設されたアーチ式コンクリートダムの黒部ダムを取り上げて CO_2 、 SO_x 、 NO_x の排出量を、施工業務と保全業務に対して算出した。排出量は、齋巻¹⁾の提案する原単位を利用して積み上げ方式で算出した。算出に必要なデータは、黒部川第四発電所の工事誌²⁾から引用した。

(a)ダム・トンネル施工用重機の燃料消費による排出量

ダム本体とトンネルの建設に使用した重機の燃料消費量にそれぞれの原単位と重機の稼働時間を乗じて重機の燃料消費による排出量を算出した。結果を表-1 に示す。

(b)重機本体による排出量

重機本体の生産から廃棄までに発生する排出量を算出した。乗用車 1 台の本体からの CO_2 排出量が分かっており、重量に CO_2 排出量が比例するとみなして、重機に対する値を算出した。 SO_x 、 NO_x の排出量については、重機の大部分が鋼材を使用しているの、 CO_2 、 SO_x 、 NO_x の排出量が鋼材の原単位に比例するとみなして算出した。結果を表-2 に示す。

表-1 燃料消費による排出量

作業内容	CO_2 排出量 (kg-C)	SO_x 排出量 (g- SO_2)	NO_x 排出量 (g- NO_2)
基礎掘削	2,794,853	23,387,190	63,758,489
骨材採取	1,349,399	11,291,699	30,783,590
骨材製造	383,819	3,211,780	8,756,001
骨材輸送	5,412,633	45,292,634	123,477,422
セメント輸送	161,034	1,347,525	3,673,642
コンクリート打込み	515,064	4,310,029	11,750,061
型枠スライド	30,981	259,245	706,756
トンネル	2,583,854	21,621,560	58,945,002
総排出量	13,231,637	110,721,662	301,850,965

表-2 重機本体による排出量

種類	CO_2 排出量 (kg-C)	SO_x 排出量 (g- SO_2)	NO_x 排出量 (g- NO_2)
ショベル	476,996	982,613	1,640,868
ブルドーザ	296,706	611,215	1,020,670
ダンプトラック	2,236,466	4,607,120	7,693,443
トランスファーク	78,001	160,683	268,325
モータグレーダ	19,236	39,626	66,171
モバイルクレーン	49,179	101,310	169,177
セメントトレーラ	144,813	298,315	498,157
総排出量	3,301,398	6,800,881	11,356,810

キーワード：環境負荷評価、コンクリートダム、黒部ダム、地球温暖化、酸性雨
連絡先：〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 関西大学 工学部

(c)使用資材による排出量

ダム本体とトンネルの建設に使用したコンクリート、型枠・支保工用鋼材、グラウト用セメントなどの使用量を調査し、それぞれの原単位を乗じて CO_2 、 SO_x 、 NO_x の排出量を算出した。結果を表-3 に示す。

(d)工事用電力による排出量

黒部ダムの建設において使用された総電力量に原単位を乗じて排出量とした。

(e)保全業務における排出量

ダムの使用期間を 100 年と仮定し、1 年間の維持費と総工事費の比率から、排出量を算出した。

以上の項目別に算出された排出量から総排出量を求めると表-4 のようになる。

表-3 資材による排出量

資材名		CO_2 排出量 (kg-C)	SO_x 排出量 (g- SO_2)	NO_x 排出量 (g- NO_2)
ダム本体	セメント	32,608,737	14,911,533	95,532,129
	コンクリート	106,720,000	99,360,000	404,800,000
	鋼材	664,240	1,370,432	2,282,888
トンネル	コンクリート	227,571,740	469,516,432	782,128,138
	セメント	11,214,560	23,137,408	38,542,672
	鋼材	2,357,900	4,864,720	8,103,730
総排出量		381,137,177	613,160,525	1,331,389,557

表-4 総排出量

項目		CO_2 排出量 (kg-C)	SO_x 排出量 (g- SO_2)	NO_x 排出量 (g- NO_2)
施工業務	重機の燃料消費	13,231,637	110,721,662	301,850,965
	重機本体	3,301,398	6,800,881	11,356,810
	使用資材	381,137,177	613,160,525	1,331,389,557
	工事用電力	35,481,600	79,242,240	88,704,000
保全業務		590,530,163	1,104,945,846	2,364,667,574
総排出量		1,023,681,975	1,914,871,154	4,097,968,906

4. 統合

CO_2 、 SO_x 、 NO_x の総排出量を統合し、黒部ダムにより発生した環境負荷を、黒部ダムの恩恵を受ける人間 1 人 1 年あたりの値として算出した。年間 1 人の人間の平均消費電力量と、黒部第四発電所における年間発生電力量から計算すると、黒部第四発電所は年間 175,304 人分の使用電力をまかなっていることになる。また、施工業務と保全業務を行う合計年数は 107 年であり、環境負荷物質の排出量は CO_2 、 SO_x 、 NO_x の順に、55 (kg-C/人・年)、102 (g- SO_2 /人・年)、218 (g- NO_2 /人・年) となる。

各環境問題によって人間が被る被害を経済価値で表現する手法³⁾を用いて統合化すると、地球温暖化については 1.87 (US\$/人)、酸性雨については 2.92 (US\$/人) となった。合計 4.79 (US\$/人) が、黒部ダムの施工業務と保全業務の環境負荷の統合化指標による値である。

5. 評価

得られた結果を、既報のロックフィルダム⁴⁾のものと比較し、ダム型式の違いによる評価を行った。文献 4) ではロックフィルダムの施工業務の CO_2 排出量のみが算出されているので、黒部ダムの施工段階の CO_2 排出量のみ

と比較した。貯水量 1m³あたりの CO_2 排出量を比較すると表-5 のようになり、アーチ式コンクリートダムの方が排出量が少なく、環境に対してやさしいということになる。

6. あとがき

評価する環境問題を地球温暖化と酸性雨とし、これらを引き起こす要因物質である CO_2 、 SO_x 、 NO_x の排出量を、黒部ダムの施工業務と保全業務に対して算出した。そして、人間 1 人あたりの被害額という指標にすることで各環境負荷を統合化し、評価した。また、黒部ダムを既報のロックフィルダムと比較し、ダム型式の違いによる環境負荷を評価した。その結果、アーチ式コンクリートダムである黒部ダムの方が CO_2 排出量に関しては環境にやさしいという結論を得た。

参考文献 1) 露巻峰夫：環境調和性を考慮した排水処理システムの評価手法に関する研究、博士論文、東北大学大学院工学研究科、1998。2) 関西電力：工事報告 黒部川第四発電所、土木学会、1966。3) 三上市蔵、他：道路橋における経済価値による環境負荷の統合的評価に関する研究、関西大学学術フロンティア・センター研究成果報告書、1999。3。4) 小泉泰通、高柳則男：ダム建設のライフサイクル評価、第 4 回エコバランス国際会議講演集、1997。