水力発電所建設に伴うＣＯ２、ＳＯ2、ＮＯ2 排出量の算定

電源開発（株）奥只見大鳥増設建設所　正会員○佐藤　俊哉
同　正会員　旭　剛志

1. はじめに

近年、ＣＯ2 等の排出による地球温暖化や酸性雨の環境対策が問題視されており、電力業界にとって重要課題の一つとなっている。火力、原子力及び水力と電力生産を総じて見た場合、電力という生産物を生み出すためには、燃料及び資源採掘、燃料精製、輸送、発電、設備建設、廃棄物など、広い経済活動の上に成り立っていることから、生産物に対する環境負荷（ここではＣＯ2 等）を評価する場合、これらの過程全体をＬＣＡ（ライフ サイクル アセスメント）で評価する手法が、国際的に標準化されつつある。

本研究は、水力発電の個別地点として現在建設中である奥只見発電所増設工事におけるＣＯ2、ＮＯ2、ＳＯ2 の発生量を定量的に、可能な範囲で正確に算定したものである。

2. 水力発電所のCO2 発生の特徴

水力発電は、発電時にＣＯ2 等を発生しないため、大部分が建設工事において発生する。また設備設計は、地形、地質等自然条件により大きく異なることから、火力発電所のように使用燃料及び発電設備規模の条件のみで高い確度で算定することは困難である。

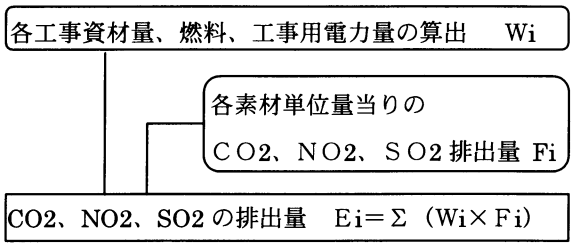
3. 奥只見発電所増設計画の概要

本増設計画は、既設奥只見ダム堤体に穴を開け取水口を設け、地下発電所は既設発電所を拡張、水路系は新設することにより、最大出力 20 万 KW の新たな発電設備を設けるものである。

表―1　主な設備諸元

河川名、所在地	阿賀野川水系只見川 福島県南会津郡桧枝岐村
方式、使用水量	ダム水路式、138m³／s
発電所（拡張分）	高 38.80m×幅 18.50m×長さ 45.00m
水圧管路	内径 6.50m～4.00m×長 281.07m　1 条
放水路	幅 8.34m×高 6.10m～6.02m×長 3,446.67m

図－1　算定方法



4. 算定方法(図－1参照)

工事資材は、土木、鉄構、電気、建築工事について、直接工事及び仮設備工事に係わる資材を計上した。なお、現場内で骨材及びコンクリートを製造しており、補助的に利用した市中生コンと別計上とした。　燃料のうち、現場までの資材運搬車は延べ運搬距離（工場等～現場）×燃費として計上し、大量で出荷元が限定できるもの（セメント、特殊鋼材、電気機器）は実距離を、重機類の運搬距離は出荷元を東京都または新潟市と仮定した。燃費設定値は１０ｔ車が 3km/ｌ、トレーラーが 0.85km/l とした。現場内重機の燃料は、延べ稼働時間×時間当り燃料消費量により算定し、燃料消費量は標準値とした。工事用電力量は、着工後２年間の使用実績より竣工までの全量を想定した。

各素材の単位量当りＣＯ2 等の排出量については、電研報告 1)の値を引用しており、素材の原料採鉱から工場出荷までのプロセス合計であり、工事用電力の排出量は日本の平均値である。

5. 算定結果

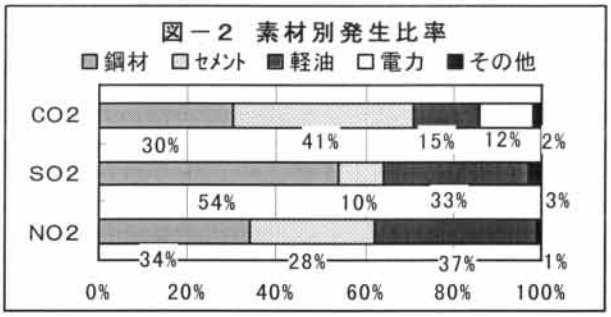
各素材の総量、使用した単位量当りの排出量、排出量の各値を表－２に示す。

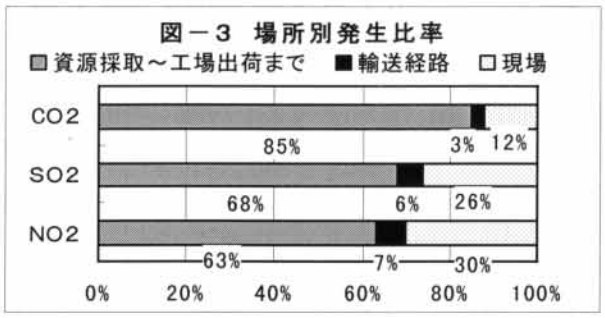
(1)発生総量としては、CO2 が約 45,000ｔ、ＳＯ2 が約 50ｔ、ＮＯ2 が約 130ｔである。

キーワード：ライフサイクルアセスメント（ＬＣＡ）、地球温暖化、ＣＯ2、水力発電、奥只見発電所
連絡先　〒946-0011 新潟県北魚沼郡小出町小出島字坂之下 938　TEL:02579-2-9740　FAX:02579-2-4207

表－2　各素材総量及び排出量

素材名	単位	素材総量	単位量当りのCO2排出量t	CO2排出量t	単位量当りのSO2排出量kg	SO2排出量kg	単位量当りのNO2排出量kg	NO2排出量kg
1.鋼材小計	t	6,467		13,646		27,127		44,369
水圧鉄管	t	698	1.507	1,052	2.664	1,860	5.334	3,723
水車発電機	t	1,587	4.317	6,852	8.999	14,282	12.033	19,097
電気機器	t	233	3.932	916	7.112	1,657	10.741	2,503
棒鋼 形鋼等	t	3,949	1.222	4,826	2.362	9,328	4.823	19,046
2.市中生コン	t	7,992	0.114	911	0.054	432	0.261	2,086
3.セメント	t	21,942	0.808	17,729	0.206	4,520	1.545	33,900
4.ゴム	t	4	3.813	15	6.384	26	7.691	31
5.木材	t	52	0.147	8	0.223	12	0.437	23
6.爆薬	t	203	1.495	303	1.445	293	2.289	465
7.ガラス繊維	t	2	2.044	4	2.572	5	5.609	11
8.銅	t	140	2.507	351	6.871	962	4.729	662
9.絶縁材	t	100	2.067	207	2.816	282	4.705	471
10.軽油小計	kl	2,447		6,460		16,273		47,325
現場内	kl	1,971	2.640	5,203	6.650	13,107	19.340	38,119
現場外	kl	476	2.640	1,257	6.650	3,165	19.340	9,206
11.ガソリン	kl	89	2.360	210	0.120	11	6.630	590
12.工事用電力	MWh	14,770	0.355	5,243	1.65E-04	2	2.04E-04	3
合　計				45,087 t		49,945 kg		129,936 Kg





(2)素材別発生比率は、CO2 の場合は鋼材、セメント（市中生コン含）、軽油、工事用電力の４種が 98%、SO2 及び NO2 の場合は鋼材、セメント、軽油の３種が 97～99％を占め、その他素材の比率は極めて小さい。

(3)場所別発生比率は、資源採取～工場出荷までが大部分を占め、現場あるいは輸送経路での比率は低い。

6.　考察

6.1 発生総量の推定

鋼材、セメント及びコンクリート、軽油、工事用電力の４種が発生量の殆どであり、この傾向は他の水力地点についても同様と考えられ、4 種の素材量を算出することにより、ほぼ全量を把握することができる。

6.2 ＣO2 等の削減方策

場所別の発生では、資源採取～工場出荷までが大部分であることから、この過程での削減はメーカー等に期待すべきこととなり、土木技術の立場でＣO2 等を削減する方策としては使用素材量の減量化と考える。

奥只見増設工事では、既に下記に示す使用素材減量対策を行っている。

①フライアッシュＢ種セメントを採用（若材齢強度を必要とするトンネル一次吹付を除く）

②発電所アーチコンクリートの薄肉化及び放水路の吹付仕上げを採用

③ドラフトゲートの省略

これらによるＣO2 発生の低減量は約 3,500ｔ、全体の約 7%にあたる。

水力発電所建設時のＣO2 等の削減策として、技術革新も視野に入れて以下の事項が考えられる。

①コンクリートの使用量を削減するために、トンネルの巻立厚を小さくする。

②余巻きコンクリートを削減するために、余掘りの小さい工法を採用する。

③セメントの使用量を削減するために、フライアッシュなどの混和材を更に積極的に使用する。

④鋼材の使用量を削減するために、ギャップグラウト工法などを採用し水圧鉄管の適用範囲を減らす。

⑤コンクリート量の多い重力式ダムよりは、アーチダム、フィルダムを採用する。

今後は、地質条件、設計の信頼性、経済性などの従来からの判断基準だけでなく、ＣＯ２等の環境負荷低減などの環境面の判断基準も重要視されるべきと考えられる。

（参考文献）1)本藤、内山「我が国の電力生産におけるライフサイクル CO2、NO2、SO2 排出量の推計」電研報告 2000