

S3-26 土壌汚染調査・対策におけるCO₂排出量の把握

亀谷美智康・佐藤秀之・大村啓介・小関喜憲・崎原盛・CO₂排出量検討部会
(社)土壌環境センター

地球温暖化は、持続可能な発展を続けていくために大きな課題であり、その対策の一つであるCO₂排出量の削減に向けて、種々の取り組みがなされている。そこで、当部会では、土壌・地下水汚染調査・対策に伴うCO₂排出量の試算を実施した。試算は、モデルケースにおける調査・分析・対策について、「積み上げ計算」を用いて、使用される重機、分析機器類のエネルギー消費に伴うCO₂排出量を試算し、将来的な試算標準案の作成を目指した。

1. 試算の考え方

土壌汚染対策法に基づく土壌・地下水汚染調査・対策は、図-1に示すプロセスフローで行われる。これに係るプロセスは点線の範囲であるが、本報告では、場外処分、施設の維持管理等を除いた実作業に係る実線の範囲についてCO₂排出量を試算することとした。

(1) 数量の設定

試算は、各プロセスにおける機械、資材、材料の数量を設定し、それぞれの排出原単位を乗じる「積み上げ計算」にて行うこととした。

(2) 原単位

燃料ごとのCO₂排出係数は、以下を用いた。

表-1 排出係数一覧

イ：燃料の燃焼に伴う排出	排出係数α		発熱量β		参考 二酸化炭素排出量
	数値	単位	数値	単位	
ガソリン	0.0183	(kg-C/MJ)	34.6	(MJ/L)	2.32(kg-CO ₂ /L)に相当
軽油	0.0187	(kg-C/MJ)	38.2	(MJ/L)	2.62(kg-CO ₂ /L)に相当
ロ：他人から供給された電気の使用に伴う排出	0.555	(kg-CO ₂ /kWh)			

(3) 計算方法

<調査>

ボーリングマシンのエネルギー消費に伴うCO₂排出量
 単位掘進長当たり軽油消費量 (L/m) = 10m当たり軽油消費量 ÷ 10
 燃料使用量 (L) = 掘進長 (m) × 単位掘進長当たり軽油消費量 (L/m)
 CO₂排出量 (kg-CO₂) = 燃料使用量 (L) × 燃料ごとのCO₂排出係数 (kg-CO₂/L)

<分析>

分析機器の使用時間 = 全試料数 ÷ 同時に処理できる数 × 1回の使用時間
 CO₂排出量 (kg-CO₂) = 分析機器の使用時間 × 電力使用量 (kWh) × 電気事業者別CO₂排出係数 (kg-CO₂/kWh)

<対策>

機械のエネルギー消費によるCO₂排出量
 1) 内燃機関の燃料消費によるCO₂排出量
 時間当たり燃料消費量 (L/h) = 定格出力 (kW) × 燃料消費量 (L/kWh)
 燃料使用量 (L) = 稼働時間 (h) × 時間当たり燃料消費量 (L/h)
 CO₂排出量 (kg-CO₂) = 燃料使用量 (L) × 燃料ごとのCO₂排出係数 (kg-CO₂/L)
 2) 電動機、電気設備の電力消費によるCO₂排出量
 (「燃料」を「電力」に置き換えて計算)
 実負荷出力 (kW) = 定格出力 (kW) × 負荷率 (%)
 電力使用量 (kWh) = 稼働時間 (h) × 実負荷出力 (kW)
 CO₂排出量 (kg-CO₂) = 電力使用量 (kWh) × 電気事業者別CO₂排出係数 (kg-CO₂/kWh)

土壌の運搬によるCO₂排出量
 CO₂排出量 = (稼働時間 × 機関出力 × 燃料消費率) × 燃料ごとのCO₂排出係数 (kg-CO₂/L)

<運搬>

機材の運搬は燃料別最大積載量別燃費より、運搬距離にCO₂排出係数を乗じて算出した。

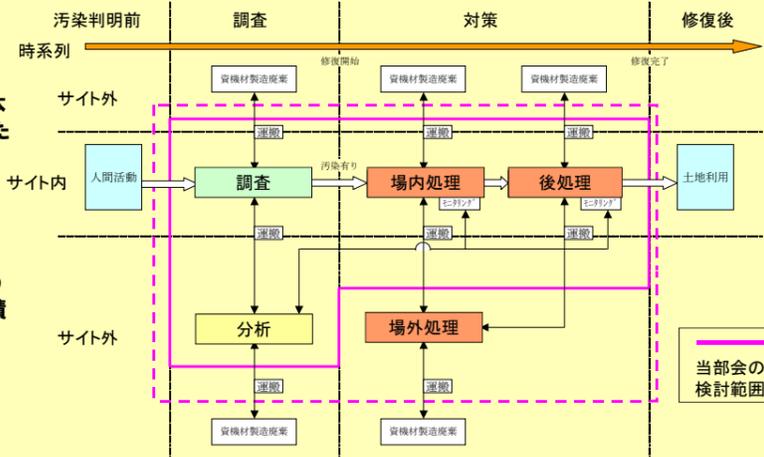


図-1 プロセスフロー及び試算範囲(システム境界)

3. 試算結果

調査、分析、対策におけるCO₂排出量は、以下の通りであった。

表-2 調査におけるCO₂排出量

大項目	工種	調査分析 施工数量	単位エネルギー消費量	CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂)
表層土壌調査	機械式簡易ボーリング	粘土1m	0.63 L/m	1.7
	砂0m	0.98 L/m		
詳細調査	資機材運搬	40km	0.152 L/km	14.1
	振動式貫入ボーリング	粘土2m	1.05 L/m	5.5
	砂8m	1.41 L/m		29.6
	マシン運搬	40km	0.218 L/km	22.9
範囲絞り込み調査	振動式貫入ボーリング	粘土6m	1.05 L/m	16.5
	砂6m	1.41 L/m		22.2
	マシン運搬	40km	0.218 L/km	22.9
	振動式貫入ボーリング	粘土1m	1.05 L/m	2.8
措置後モニタリング	砂4m	1.41 L/m		14.8
	マシン運搬	40km	0.218 L/km	22.9
	採水器運搬	40km	0.152 L/km	14.1
合計CO ₂ 排出量				189.7

表-3 分析におけるCO₂排出量

大項目	小項目	エネルギー消費量			CO ₂ 排出係数			CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂)	小計 (kg-CO ₂)
		ガソリン (L)	軽油 (L)	電力 (kWh)	ガソリン (kg-CO ₂ /L)	軽油 (kg-CO ₂ /L)	電力 (kg-CO ₂ /kWh)		
表層土壌調査	溶出液作成	シアン			3.9			2.2	3.3
		六価クロム			1.8			1.0	
		六価クロム			1.7E-01			9.6E-02	
	溶出液作成	シアン			1.1E+01			5.9	
		六価クロム			5.4			3.0	
		六価クロム			1.2			6.6E-01	
水質試験	シアン			1.8	2.32	2.62	0.555	1.0	
	六価クロム			1.7E-01			9.6E-02	10.7	
範囲絞り込み調査	溶出液作成	シアン			1.4E+01			7.8	12.9
		六価クロム			7.2			4.0	
		六価クロム			2.0			1.1	
措置後モニタリング	水質試験	シアン			1.8			1.0	1.1
		六価クロム			8.9E-02			4.9E-02	
合計CO ₂ 排出量								27.9 (kg-CO ₂)	

表-4 対策におけるCO₂排出量

大項目	工種	調査分析 施工数量	稼働時間 (h)	機関出力 (kw)	燃料消費率 (L/kWh-h)	単位CO ₂ 消費量 (kg-CO ₂)	CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂)	
仮囲い	資材搬入・搬出	80km				0.218 L/km	45.7	
	機械搬入	40km				0.382 L/km	40.9	
掘削除去	掘削・種込	65㎡片道 20km	13.7	41.0	0.175		237.5	
	汚染土運搬	78.0	135.0	0.050			1379.4	
埋戻	機械搬入	40km				0.162 L/km	17.0	
	埋戻土運搬	65㎡片道 20km	78.0	135.0	0.050		1379.4	
	埋戻	65㎡	12.7	41.0	0.175		238.7	
	埋戻	65㎡	14.0	3.0	0.301	1.57 L/m	33.1	
	機械搬出	40km				0.382 L/km	40.9	
	機械搬出	40km				0.162 L/km	17.0	
散水	散水	36.0	4.0	0.436		145.7		
合計CO ₂ 排出量								3593.6

2. 検討モデルケース

試算のための検討モデルは、東京都の土壌汚染処理技術フォーラムで設定された「狭隘地における重金属(シアン・六価クロム)汚染モデル」を用いた。このモデルを用いて汚染状況の確認作業(調査・分析)及び、修復作業(対策)について条件を設定した上で、CO₂排出量を試算した。また、汚染状況の確認作業において発生する試料分析作業(分析)についても試算を行った。

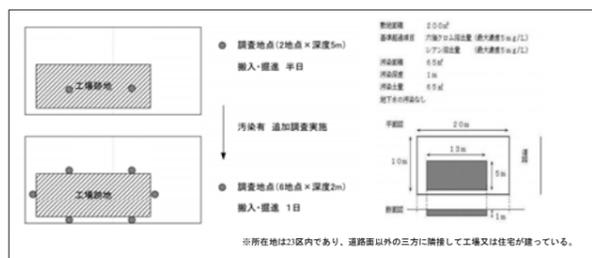


図-2 重金属(シアン・六価クロム)汚染モデル

モデルケースの地盤構成はGL-0~1mを盛土(粘土)、GL-1~5mを砂質土、GL-5~6mを粘性土とし、帯水層はGL-3mとした。また、調査・分析・対策のシナリオを図-3に示す。

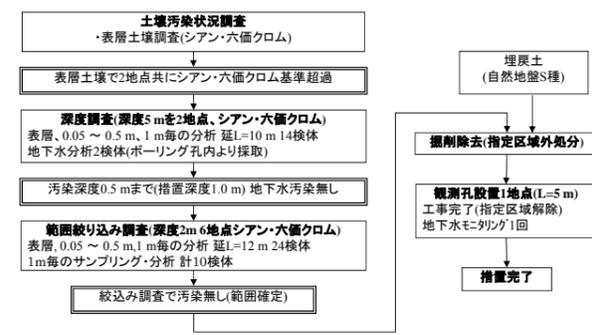


図-3 調査・分析・対策シナリオ

4. 成果

モデルケースにおけるCO₂排出量を試算した結果、以下に示すとおりであった。

- 調査: 189.7 kg-CO₂
- 分析: 27.9 kg-CO₂
- 対策: 3593.6 kg-CO₂

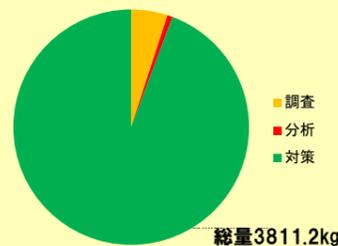


図-4 CO₂排出量の割合

試算の結果、対策における汚染土・埋戻土の運搬は、全体の約72%を占め、合計2,758.8 kg-CO₂の排出量であった。当範囲における試算では、運搬が占める割合が大きい結果となった。分析は、施設の維持管理を含めず、使用する分析機器類のみで試算したため、非常に小さい値となった。試算範囲の見直し、ケースの積み上げ等を実施し、試算標準案の実現を目指したいと思う。