

1. はじめに

現在、さまざまな地球環境問題が顕在化してきており、特に地球温暖化対策に対しては、世界各国が関心を寄せている。日本においても「エネルギー使用の合理化に関する法律(省エネ法)」や「地球温暖化対策の推進に関する法律(温対法)」などの法律が制定される等、国が積極的の温暖化対策を進めている。そのような状況の中、土壌・地下水汚染対策においても温暖化の主な原因物質であるCO₂削減に取り組むことが望ましい。そこで筆者らは、CO₂排出量の見える化を目指し、2008年12月より『土壤汚染調査・対策におけるCO₂排出量の把握』をテーマとして検討を行い、ライフサイクルアセスメント(LCA:Life Cycle Assessment)の考えに準拠したライフサイクルCO₂(LCCO₂)の算出方法を提案している。本報告では、その算出方法に基づき、数種の土壌・地下水汚染対策のLCCO₂の算出を試みたので報告する。

2. LCCO₂算出方法

基本的にはISO14040規格に準拠した方法とし、下記の6つの段階に大きく分けて考える。

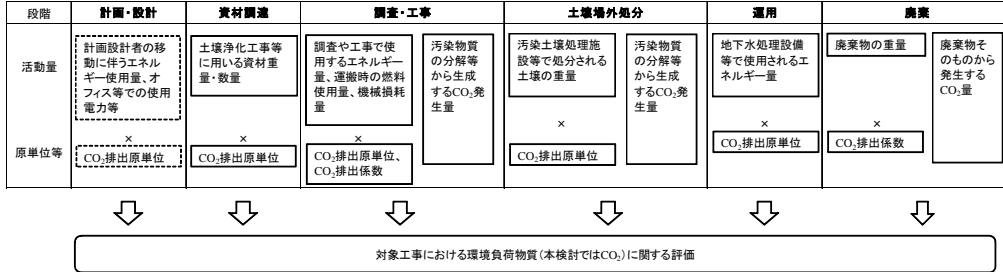


図1 LCCO₂算出方法概念図

2. ケーススタディ条件

汚染状況や土質条件を模式化したサイトモデルを設定した。計算の前提条件としては、標準的な工法で対策が行われると仮定し、工期は全て一年以内になる様に施工機械の数を調整した。

表1 検討対象工法

工法名
a 掘削・場外搬出+セメント工場処理
b 掘削・場外搬出+洗浄プラント処理
c 掘削・オンサイト不溶化処理
d 封じ込め (鋼矢板+コンクリート舗装)
e 封じ込め (鋼矢板+アスファルト舗装)
f 封じ込め (SMW+コンクリート舗装)
g 封じ込め (SMW+アスファルト舗装)

表2 計算条件

汚染物質	濃度 (mg/L)	汚染範囲			運搬距離 D (km)
		長さ l (m)	幅 b (m)	面積 (m ²)	
砒素	0.05	40	30	1,200	10
		40	300	12,000	10
		400	300	120,000	10
		40	30	1,200	5
		40	30	1,200	2
		40	30	1,200	10
		40	30	1,200	200

- ※1運搬距離とは、資材を工場からサイトまで運搬する距離、機械を置き場からサイトまで運搬する距離、汚染土壌をサイトから処理施設まで距離、埋戻土壌を採取場からサイトまで運搬する距離等の事を指し、全て同じ条件とした。
- ※2深さが10mの条件では切梁を4段設置し、5m以下では土留めを設置せず、勾配をつけて掘削する。
- ※3掘削面からの湧水の処理は考慮しない。
- ※4「a.掘削・場外搬出+セメント工場処理」の埋め戻しは購入土により行う。
- ※5「b.掘削・場外搬出+洗浄プラント処理」は、処理土壌のうち75 μm以上の面形分の75%を再利用して埋め戻し、不足分は購入土を用いる。
- ※6「c.掘削・オンサイト不溶化処理」は、塩化第二鉄を土壌重量に対し0.1%混ぜる。

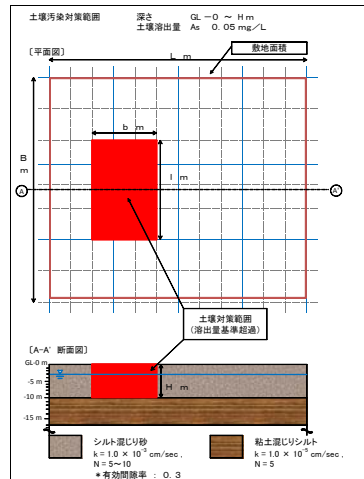


図2 想定モデル

3. CO₂排出特性

(1) 各工法の特徴

- ・「掘削・場外搬出」は、汚染土壌の運搬作業を伴うため「運搬」に係るLCCO₂が大きい。
- ・「掘削・場外搬出+セメント工場処理」及び「掘削・場外搬出+洗浄プラント処理」を比較すると、全体的にセメント工場処理の方がLCCO₂が大きい。特に「資材調達」「土壌場外処分」に大きな差がある。これは埋戻土壌を外部から新規に調達するか、汚染土壌を浄化後に再利用するかの差と処理にかかるエネルギー消費量に起因する。
- ・「掘削・オンサイト不溶化処理」は、「対策工事」に係るLCCO₂大きい。これは、土壌を掘削し、また不溶化剤を混合する作業が伴うためである。
- ・「封じ込め」のLCCO₂排出量は、鋼矢板工法で資材調達率が80%、対策工事が15%程度、SMW工法で資材調達率が65%、対策工事が30%程度であり、遮水壁の材料、施工が多く占めている。またコンクリート舗装よりもアスファルト舗装の方がLCCO₂が小さい。

(2) 処理対象面積による違いについて

- ・処理対象面積が大きくなると、どの工法でも処理対象体積当たりLCCO₂は減少する。
- ・「掘削・場外搬出+セメント工場処理」は、対象面積に係らず処理対象体積当たりLCCO₂は全工法中、最も高い。
- ・「封じ込め」は、処理対象面積が大きくなるに従っての処理対象体積当たりLCCO₂の減少が大きい。これは対象範囲外周のみに遮水壁を構築するためである。

(3) 処理対象深度による違いについて

- ・対象深度が深くなると、「封じ込め」の処理対象体積当たりLCCO₂は減少するものの、「掘削・場外搬出」及び「掘削・オンサイト不溶化処理」の処理対象体積当たりLCCO₂は増加する。
- ・対象深度が浅い場合は、比較的「掘削・場外搬出 洗浄プラント処理」及び「掘削・オンサイト不溶化処理」が処理対象体積当たりLCCO₂は小さい。

(4) 運搬距離による違いについて

- ・運搬距離が長くなるに従って「掘削・場外搬出」の処理対象体積当たりLCCO₂が大きくなる。一方、「封じ込め」「掘削・オンサイト不溶化処理」の処理対象体積当たりLCCO₂は、大きな変動は見られない。これは、「掘削・場外搬出」のLCCO₂のうち、「運搬」を占める割合が高いためである。

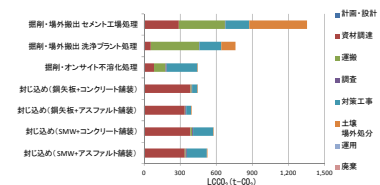


図3 条件1でのLCCO₂構成

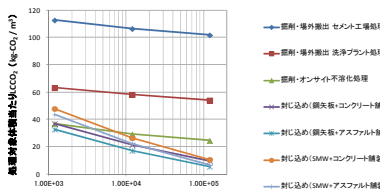


図4 処理対象面積によるLCCO₂の変化

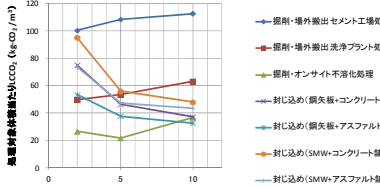


図5 処理対象深度によるLCCO₂の変化

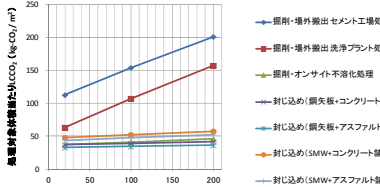


図6 運搬距離によるLCCO₂の変化