

コンクリート微粒分を土壤改良材として利用した際の LCA 評価 LCA assessment of fine demolished concrete used for a soil conditioner

○ 兵頭 正浩*, 小村 哲夫**, 福頼 優***, 野中 資博****

○HYODO Masahiro*, OMURA Tetsuo**, FUKUYORI Yu***and NONAKA Tsuguhiro****

1. はじめに

現在、資源枯渇問題に関する情報が広く発信され、これに対する取り組みが世界各地で数多くなされている。しかし、単純に資源の循環利用といっても難しく、循環利用することでコストや新たな環境問題が発生するといった二次的な負担が発生することがあることも現実にはありえる状況となっている。循環利用に関する研究として筆者らもこれまでに、供用後のコンクリートを微粉碎したコンクリート微粒分（Fine Demolished Concrete：以下、FDCとする）を酸性土壤の改良材として検討してきた¹⁾。その結果、FDCはアルカリ性かつカルシウムを主成分とすることから、酸性土壤の改良に用いられる消石灰と同様の中和効果を有することを明らかにしてきた。

しかし、供用後のコンクリートが発生する現場から、酸性土壤改良材として利用する圃場までの距離

が長くなれば、運搬コストが嵩むこと、さらには地球温暖化の要因の一つといわれているCO₂の発生量を増加させることから現実的な循環利用方法になりえない可能性が考えられた。つまり、循環利用方法を検討する際には、循環利用をしようとする資源の発生源と、循環利用をする資源の利用場所を考慮しなければならない。

そこで、本報では、FDCを土壤改良材として再資源化した際に発生するCO₂を指標としてLCA評価を行ない、FDCを土壤改良材として再資源化することが適切かどうか判断した結果を報告する。

2. 実験の概要

表-1 各工程において発生するCO₂排出量
Carbon-dioxide emissions at each process

2tトラック	0.166kg-CO ₂ /t・km
4tトラック	0.102kg-CO ₂ /t・km
バックホウ	56.46kg-CO ₂ /h
埋立て	1.75kg-CO ₂ /t
消石灰生産	294kg-CO ₂ /t

FDCを酸性土壤の改良資材として用いる際に誘発されるCO₂排出量について、従来工程である消石灰を用いた場合と比較するために図-1に示すような工程について検討した。Pattern①解体作業により排出されるFDCを埋立て処分（安定型）し、土壤改良材には一般的に用いられている消石灰を使用した場

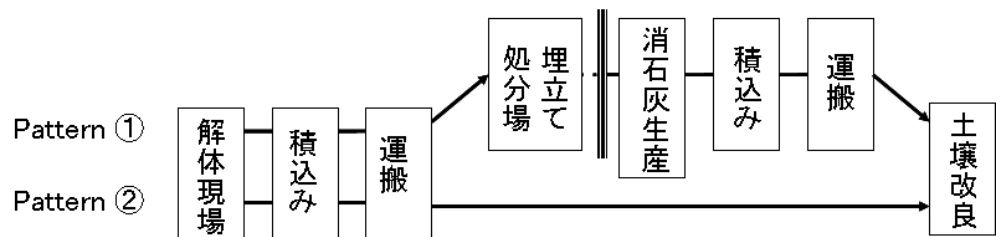


図-1 FDC および消石灰の移動工程
Movement process of FDC and slaked lime

合と、Pattern②解体作業により排出されるFDCを土壤改良材として再利用した場合についてLCCO₂評価を実施した。改良する酸性土壤の面積は10アール、作土20cmで土壤pHは4.0と仮定し、この酸性土壤を6.0までpH矯正するときのCO₂排出量を算出した。pH矯正に必要なFDC量と消石灰量は、筆者らがこれまでに進めてきた既往の研究²⁾を参考にし、FDCについては2368t(≒1m³)、消石灰については0.592t(≒0.262m³)と決定した。また、CO₂排出原単位はすべて表-1の値を用いた³⁾。

表-2 従来工程と再資源化工程におけるCO₂排出量 (kg-CO₂)

Carbon-dioxide emissions in conventional process and recycling process

工程	FDC			消石灰			改良作業	計
	積込み	運搬	埋立て	生産	積込み	運搬		
Pattern① (従来)	1.61	2.42	4.14	174.1	0.422	0.983	348.4	532.2
Pattern② (再資源)	1.61	2.42					348.4	352.4

3. 結果と考察

Pattern①：まず、FDCを埋立て処分するとき誘発されるCO₂排出量を求めた。積込みにはバックホウを使用、積込み能力は35.0m³/h、運搬には4tトラックを使用、運搬距離は10kmと仮定した。まずFDCの積込みにより誘発されるCO₂排出量は、

$$56.46\text{kg-CO}_2/\text{h} \times 1\text{m}^3 \div 35.0\text{m}^3/\text{h} = \underline{1.61\text{kg-CO}_2}$$

4tトラックでの運搬によるCO₂排出量は、

$$0.102\text{kg-CO}_2/\text{t} \cdot \text{km} \times 2368\text{t} \times 10\text{km} = \underline{2.42\text{kg-CO}_2}$$

FDCを埋立て処分することによるCO₂排出量は、

$$1.75\text{kg-CO}_2/\text{t} \times 2368\text{t} = \underline{4.14\text{kg-CO}_2}$$

続いて、消石灰を土壌改良材として使用するとき誘発されるCO₂排出量を求めた。消石灰の生産によるCO₂排出量は、

$$294\text{kg-CO}_2/\text{t} \times 0.592\text{t} = \underline{174.05\text{kg-CO}_2}$$

消石灰の運搬には2tトラックを使用する。2tトラックへの消石灰の積込みはFDCと同様であるので、

$$56.46\text{kg-CO}_2/\text{h} \times 0.262\text{m}^3 \div 35.0\text{m}^3/\text{h} = \underline{0.42\text{kg-CO}_2}$$

2tトラックでの運搬によるCO₂排出量は

$$0.166\text{kg-CO}_2/\text{t} \cdot \text{km} \times 0.592\text{t} \times 10\text{km} = \underline{0.98\text{kg-CO}_2}$$

バックホウによる土壌改良の作業量を32.4m³/hと仮定した場合、改良する土壌の総量が200m³であるので、200m³ ÷ 32.4m³/h = 6.17hの作業を要する。

よって、酸性土壌改良によるCO₂排出量は、

$$56.46\text{kg-CO}_2/\text{h} \times 6.17\text{h} = \underline{348.36\text{kg-CO}_2}$$

Pattern②：FDCの積込みによるCO₂排出量は①と同じであるので、1.61kg-CO₂となる。運搬によるCO₂排出量も①と同様に計算すると2.42kg-CO₂となる。

FDCを土壌改良材として用いる時の作業も①と同様であり、改良する土壌の体積に比べ、FDCの体積が極めて小さいので改良資材の投入量による作業の差はないものとする。したがって348.36kg-CO₂となる。

従来工程と再資源化工程におけるCO₂排出量を表-2に示す。

4. まとめと今後の展開

表-2より、FDCを土壌改良材として再利用することで、CO₂排出重量の合計が従来工程よりも179.8kg少なくなることが分かった。これより、FDCを酸性土壌の改良資材として再利用することは、環境負荷の観点から有効であるといえる。また、消石灰の消費を抑制することで、消石灰の原料となる石灰石の採掘時に伴う自然環境の破壊が減少することや、埋立て処分されているFDCを土壌改良材として利用することで、最終処分場の残余年数の減少という問題に貢献することからも、有効な再資源化方法であるといえる。

今後は、地域に向けた再資源化方法の1つとして、宍道湖・中海のような汽水域に接する圃場や農地等に見られる酸性硫酸塩土壌を、島根県の地域未利用資源である廃瓦とFDCを混合し、土壌改良材として再利用することを検討する。対象となる酸性硫酸塩土壌は、土壌pHが4.0以下という強酸性を示すこと、また、汽水中に含まれる硫酸塩や塩化物イオンの影響を強く受けることが原因となり、植物の生長を阻害し将来的には不毛の土地となる可能性のある問題土壌である。そこで、地域未利用資源である廃瓦を土壌改良材として有効利用することで、地産・地消という閉ループリサイクルが可能となれば、運搬時に排出されるCO₂の抑制やコストの削減にも同時に貢献できると考えられる。

参考文献

- 1) 阿部ら (2007)：リン吸着コンクリートの循環利用技術に関する研究，農業土木学会論文集，No.247，pp. 39-45
- 2) 安福 (2007)：リン吸着コンクリートの土壌改良としての利用に関する研究，卒業論文
- 3) 河合ら (2004)：コンクリートの環境負荷評価 (その2)，コンクリート技術シリーズ，No.62，p.162