平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震に伴い発生した

コンクリート片および破砕した瓦の野積み状態における新たな付加価値の創生

茨城大学	学生会員	○多田	恵一	海野	円
茨城大学	正会員	小峯	秀雄	村上	哲

瓦礫

1. はじめに

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(以下,東北地方太平洋沖地震と記す) に伴い,瓦礫類が,2,247万ton排出された¹⁾. 平成18年4月1日現在で,産業 廃棄物最終処分場の残余年数は,全国で7.7年,首都圏においては3.4年であり ²⁾,全ての処分を行うことは困難であることから,排出物を有効利用することに より,処理量を低減することが期待されている.一方,瓦礫類であるコンクリ ート片および破砕した瓦は,有効利用まで長期間に渡り,野積みされることが 懸念され,復旧・復興の妨げとなる.したがって,野積みの状態において付加

価値があることを示すことも重要と考える³.海野ら(2011)により廃棄物を用いた CO₂ 固定化に関する研究が行われており⁴, 図1に示すように, CO₂の削減という付加価値を付与できる可能性がある.そこで,本研究では,東 北地方太平洋沖地震後に発生したコンクリート片,破砕した瓦を用いて,密閉容器を用いた CO₂ 固定化試験を行い, 野積み状態での新たな付加価値の可能性を調査し, CO₂ 固定化を考慮した新たな処理フローについて提案した.

2. 密閉容器を用いた CO2 固定化試験の概要

密閉容器を用いた CO₂固定化試験(以下,密閉型 CO₂固定化試験と記述 する)は、CO₂と廃棄物の静的な接触環境を模擬すると共に、廃棄物の CO₂ 固定化材としての有用性を簡便に判定することを目的とした試験である. 試験には、東北地方太平洋沖地震に伴い、茨城県日立市内で発生したコン クリート片および破砕した瓦を採取したものを使用した.**表**1に本研究で 使用した各材料の粒子密度、最大粒径および自然含水比を示す.コンクリ ート片は、中間処理場にて破砕されることを想定し、最大粒径が 30~50mm のものと、ハンマーにより破砕した後、ふるい分けにより 2.0~19.5mm の 範囲のもの、および 2.0mm 以下に分別したものの計 3 ケースにより密閉 型 CO₂固定化試験を行った.本試験は、図 2 に示す密閉型 CO₂固定化試験 装置に表 1 に示した試料を投入し、密閉容器内の CO₂濃度を、無線 CO₂ 測定機 C2D-WO2(株式会社ユー・ドム、以下、CO₂ センサーと記述する) 表1 使用した材料の粒子密度, 最大粒径および自然含水比

 $CO_2 + i$

野積み状態

図1 野積み状態での

新たな付加価値の概念図

CO2ガス

CO2ガス

試料名	粒子密度	粒径	自然含水比
	[g/cm ³]	[mm]	[%]
破砕した瓦	2.62	30~50	0.1
コンクリート片 А	2.59	30~50	4.2
コンクリート片 B	2.59	2.0~19.5	0.02
コンクリート片C	2.59	2.0 以下	0.03



図 2 密閉型 CO₂ 固定化試験装置

により, 測定間隔を 1.0min で測定した. ここで, CO₂センサーの測定範囲は 0~5000mg/L であり, 分解能は 1mg/L, 精度は 30mg/L±読み値の 5%である. 密閉容器内の CO₂濃度は,大気中の CO₂濃度(500mg/L~1000mg/L)の状態で 12 時間静置して,測定した. 続いて,図2 に示す CO₂ガス注入口から CO₂濃度が 4500mg/L となるように注入後, 密閉容器を 12 時間静置し, CO₂濃度を測定した.また,容器の密閉性を高めるために,Oリングに高真空オイルコ ンパウンドを塗り,上蓋を閉め,さらに,容器下部と上蓋の接合部分をパラフィルムで覆った.

3. コンクリート片および破砕した瓦の CO2 固定化特性

表 2 に各試料の CO₂ 濃度の減少量および 12 時間後の密閉容器内の CO₂ 濃度 C[mg/L]と試験開始時の CO₂ 濃度 C₀[mg/L]の比(以下 C/C₀と記す)を示す.また,図3に大気濃度での密閉容器内の C/C₀と経過時間の関係を示し,図4 に初期目標濃度を 4500mg/L とした条件での C/C₀と経過時間の関係を示す.図3,4 より,12 時間経過後の破砕し

キーワード 廃棄物,有効利用,二酸化炭素固定化,平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 TEL 0294-38-5163

た瓦の C/Coは, それぞれ 0.95, 0.93 であり, 試 料なしの場合では、いずれも0.95 であった.し たがって、密閉容器内の CO 濃度は低下してい ないことから,瓦には CO2の顕著な固定化効果 が見られず, CO2 固定化材としての大きな付加 価値は認められなかった.一方,コンクリート 片 A(30~50mm)の 12 時間経過後の C/C₀は, いず れの条件においても 0.07 まで低下しており, CO₂の固定化効果が認められた.次に、コンク リート片の最大粒径の違いに着目すると、コン クリート片 B(2.0~19.5mm)は, CO2 濃度比が 0 に達する時間は、大気濃度では 99 分、初期濃 度を目標 4500mg/L の条件では, 280 分であっ た. 一方, コンクリート片 C(2.0mm 以下)は, それぞれ 39分, 118分であることから, 最大粒 径が小さいコンクリート片ほど、CO2濃度の低 下が早い傾向にある.海野らにより,廃棄物の 表面から Ca²⁺と CO₂が反応し、炭酸カルシウム が生成され、CO2が固定化されるメカニズムが 明らかとなっている⁵. したがって, コンクリ ート片を破砕したことにより,炭酸化されてい

		-				-			
		試料なし	破砕した	コンクリート片	コンクリート片	コンクリート片			
			瓦	A	В	С			
初期含水比[%]			0.1	4.2	0.02	0.03			
湿潤質量[g]		-	400.0	400.2	400.8	400.2			
乾燥質量[g]		-	399.6	338.7	400.7	400.1			
大気中の CO2濃度を初期濃度とした場合									
CO ₂ 濃度 [mg/L]	初期	1075	771	1046	585	466			
	12 時間後	1026	734	74	0	0			
	減少量	49	37	972	585	466			
CO ₂ 濃度比 C/Co	12 時間後	0.95	0.95	0.07	0	0			
C/C ₀ が0に達 した時間[min]	-	-	-	-	99	39			
目標 CO₂初期濃度を 4500mg/L とした場合									
CO ₂ 濃度 [mg/L]	初期	4563	4658	4403	4753	4627			
	12 時間後	4352	4314	322	0	0			
	減少量	211	344	4081	4753	4627			
CO ₂ 濃度比 C/C ₀	12 時間後	0.95	0.93	0.07	0	0			
C/C ₀ が0に達 した時間[min]	-	-	-	-	280	118			

1

表 2 各試料の CO₂ 濃度の減少量および 12 時間後の C/C₀



とした時の CO₂の濃度比と 経過時間の関係

ない新たな破断面が増加し、CO2の固定化効果が増大したと推察する.

4. 野積み状態を考慮したコンクリート片の新たな処理フローの提案

コンクリート片は、CO2固定化効果が発揮されたことから、野積み状態のコン クリート片に CO,固定化の新たな付加価値の可能性を見出した. そこで, 図 5 に野積み状態での CO2 固定化を考慮したコンクリート片の新たな処理フローを 提案する.災害廃棄物の発生が、初期の段階では、CO2固定化効果を認められる 廃棄物の搬入の時間を変えることで、処理の効率化が図れる可能性がある.また、 最大粒径が小さいコンクリート片ほど、CO,の固定化が大きい傾向が認められた ことから、中間処理場におけるコンクリートの破砕過程において、コンクリート 片の形状を変えることで、CO2の削減により貢献できると考える.なお、この フローの時間経過について、より定量的に示すことが今後必要である.







5. まとめ

東北地方太平洋沖地震後に発生した瓦礫の野積み状態での新たな付加価値の創生のために、密閉型 CO2 固定化試 験を行ったところ、コンクリート片には、CO2の固定化効果が認められ、新たな付加価値の可能性を見出した.破 砕した瓦については、CO₂の固定化効果が認められなかった.また、野積み状態での CO₂固定化を考慮したコンク リート片の新たな処理フローについて提案を行った.

参考文献

¹⁾ 環境省:(環境省公表資料)沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況(平成 24 年 1 月 17 日), インターネット, http://www.reconstruction.go.jp/topics/shincyoku0117.pdf, (2012 年 1 月 26 日閲覧). 2) 環境省:循環型社会形成推進基本計画, 2008. 3) 小峯秀雄,村上哲,安原一哉,渡邊保貴,御代田早紀,藤田圭介,多田恵一:平成 23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の被災状況から観た新たな環境地盤工学に関する課題と予察的考察,地盤工学ジャーナル(東北地方太平洋沖地震特集号), Vol. 7, No. 1, pp. 151-161, 2012.03.4) 海野円,小峯秀雄,村上哲,瀬戸井健一:温室効果ガス削減のための廃棄物による二酸化炭素固定化特性の調査および利用方法の提 案,第9回環境地盤工学シンポジウム発表論文集,2011/10/06-07.5)海野円,小峯秀雄,村上哲,瀬戸井健一:高炉スラグおよび製鋼スラグによる二酸化炭素固定 化量の定量的評価と炭酸塩生成に関する定性的評価,第47回地盤工学研究発表会論文集,(投稿中)2012.