

廃棄物の資源化を示す環境指標に関する考察—資源化量の増減に対する指標の変化—

広島大学
太平洋セメント(株)
太平洋セメント(株)
太平洋セメント(株)

フェロー会員 ○河合 研至
正会員 田中 敏嗣
星野 清一
平尾 宙

1. はじめに

土木学会コンクリート委員会環境調和型コンクリート材料学の創造に関する研究委員会(218委員会)が提案した、コンクリートの環境調和性を示す環境調和指標における廃棄物に関わる指標¹⁾をベースとして、廃棄物・副産物の有効活用の難易度を反映させた資源化の指標について、筆者らはこれまで検討を行ってきた^{2)~5)}。その結果、これまでの成果として、各廃棄物・副産物のリサイクル率をその資源の活用難易度を示す係数として導入した指標を提案した^{3)~5)}。本稿では、使用するリサイクル資源量が増減したときの、指標値の変化について考察する。

2. 廃棄物・副産物の資源化を示す指標の定式化

218委員会では提案している廃棄物に関わる指標 I_w を式[1]に示す。

$$I_w = \frac{\text{リサイクル資源使用量} - \text{廃棄物発生量}}{\text{バージン資源使用量} + \text{リサイクル資源使用量}} \quad [1]$$

ただし、リサイクル資源使用量 < 廃棄物発生量 のとき、 $I_w = 0$

この式で、廃棄物発生量がゼロとすると、資源として全くリサイクル資源を使用しない場合に $I_w = 0$ となり、資源として全てリサイクル資源を使用した場合に $I_w = 1$ となる。一方、筆者らが現在提案している廃棄物・副産物の資源化を示す指標は、式[2]のとおりである。

$$I_w = \frac{\sum(\gamma_k \times w_k) - C_w}{U_v + U_r} \quad [2]$$

ここに、 γ_k : (100 - リサイクル資源 k のリサイクル率 (%)) / 100, w_k : リサイクル資源 k の使用量, C_w : 廃棄物発生量, U_v : バージン資源使用量, U_r : リサイクル資源使用量 ($= \sum w_k$)

この式で、廃棄物発生量がゼロとすると、資源として全くリサイクル資源を使用しない場合には $I_w = 0$ となるが、資源として全てリサイクル資源を使用したとしても $I_w = 1$ とはならず 1 未満の数値を示し、その数値は使用した個々の廃棄物・副産物のリサイクル率に依存する。上述の 218 委員会における廃棄物に関わる指標と比較すると、上限値があるわけではなく、指標としてはややわかりづらい面がある。そこで、廃棄物・副産物使用量の増減に伴う指標値の変化について考察を行った。

3. 定式化した指標に関する考察

試算には、1996 年度、2011 年度の普通ポルトランドセメント製造における廃棄物・副産物使用量ならびにそれら廃棄物・副産物のリサイクル率を使用した^{4)~5)}。使用したデータの一覧を表 1 に示す。なお、表中の「その他」のリサイクル率には、その年度の産業廃棄物全体のリサイクル率を用いている。

表 1 のデータを用いて、1996 年度、2011 年度の使用量から、使用量を変動させた場合の式[2]における I_w の変化を図 1 に示す。ただし、使用しているすべての廃棄物・副産物を記述すると煩雑となるため、その一部について示している。なお、使用量が増減すれば、それに伴ってリサイクル率も変化することになるが、リサ

キーワード 資源循環, 環境指標, リサイクル資源, 副産物, 廃棄物, セメント

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山一丁目 4 番 1 号 広島大学大学院工学研究院 TEL 082-424-7788

イクル率の変化は使用量の増減の結果として表れてくるものであるため、ここではリサイクル率を変化させずに考察を行っている。

まず、石炭灰に着目すると、1996年度から2011年度にかけて使用量が約3倍に増加しているにもかかわらず、1996年度では比較的傾きが大きく、2011年度では傾きが小さくなっていることから、この傾きはリサイクル率の影響を強く受けていると考えられる。一方、汚泥、スラッジでは、1996年度から2011年度にリサイクル率が大幅に向上しているが、1996年度よりも2011年度の方が大きな傾きとなっている。これは、使用量の大幅な増加が反映された結果であると言える。また、燃え殻、ばいじん、ダストでは、1996年度におけるリサイクル率が極めて低く、また2011年度におけるリサイクル率も依然低いものの、1996年度では使用量も極めて少ないため傾きが小さいが、ある程度の使用量となっている2011年度では非常に大きな傾きを有している。リサイクル率が低い場合には、相当量の使用量に達すると、使用量の増減が指標値を大きく変化させることを表している。最後に、非鉄鉱さい等、廃タイヤでは、リサイクル率が高かつ使用量が比較的少ないことから、1996年度、2011年度のいずれにおいても、使用量の増減に伴う指標値の変化は小さなものとなっている。

以上のことから、筆者らの提案している廃棄物・副産物の資源化を示す指標は、廃棄物・副産物の活用困難度ならびに使用量を概ね反映した指標となっているものと思われる。さらには、1996年度において、使用している廃棄物・副産物の中で石炭灰が最も大きな傾きとなっているが、1996年度に使用された廃棄物・副産物の使用量の増加のみでは、容易に2011年度データに基づく I_w まで達しないことがうかがえる。すなわち、使用する廃棄物・副産物の種類が2011年度に増加していることも、指標の数値を増加させる大きな要因となっていることを示している。

4. まとめ

本稿では、筆者らの提案する廃棄物・副産物の資源化を示す指標について、使用するリサイクル資源量の増減に伴う指標の変化について考察し、その結果より、指標としての有用性を有することが示唆された。

参考文献

- 1) 土木学会, 環境調和型コンクリート材料学の創造に関する研究委員会成果報告書, コンクリート技術シリーズ96, pp.4-9, 2011.8
- 2) 河合研至ほか, 廃棄物の資源化を示す環境指標に関する考察, 土木学会第69回年次学術講演会講演概要集, pp.423-424, 2014.9
- 3) 久我龍一郎ほか, ポルトランドセメント製造による廃棄物・副産物の資源化を表す環境指標に関する検討, セメント・コンクリート論文集, Vol.68, pp.510-515, 2015.3
- 4) Hoshino, S. et al., A Study on Environmental Indicator for Material Life Cycle of Cement in Japan, Proc. of the 14th International Congress on the Chemistry of Cement, 8p., 2015.10
- 5) 星野清一ほか, セメントの廃棄物・副産物の資源化を表す環境指標による各種セメントの評価, セメント・コンクリート論文集, Vol.69, pp.679-686, 2016.3

表1 普通ポルトランドセメント製造における廃棄物・副産物使用量とそれらのリサイクル率

	2011年度		1996年度	
	リサイクル率 (%)	使用量 (kg/t)	リサイクル率 (%)	使用量 (kg/t)
石炭灰	98	115.8	70	34.6
汚泥, スラッジ	78	46.4	38	9.6
副産石こう	100	37.5	100	26.2
建設発生土	88	33.8	32	0.0
燃え殻, ばいじん, ダスト	24	24.2	2	4.6
非鉄鉱さい等	92	11.7	79	14.8
木くず	79	10.2	22	0.0
廃プラスチック	78	7.6	24	0.0
製鋼スラグ	98	7.7	91	12.9
廃油	39	4.6	30	1.3
廃タイヤ	90	1.3	91	2.7
その他	52	28.4	37	28.4
廃棄物・副産物合計	—	329.3	—	135.1
天然原料	—	1,326.8	—	1,520.9

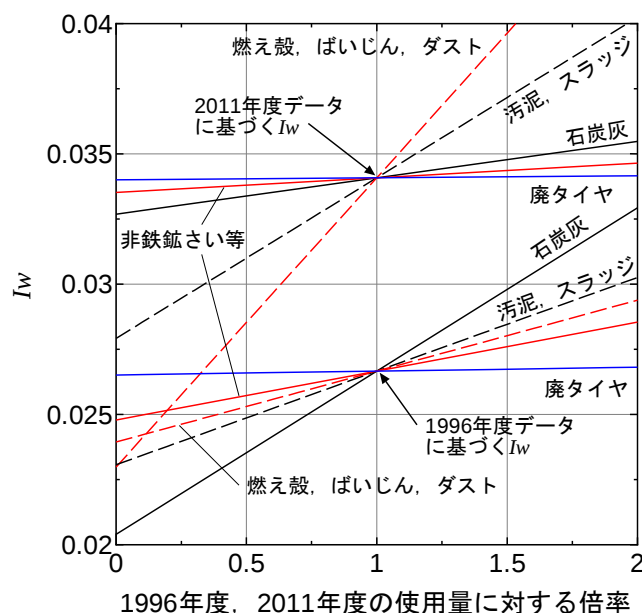


図1 1996年度, 2011年度の使用量から使用量を変動させた場合の I_w の変化