

PC構造物の建設におけるCO₂削減へ向けた取組み

板谷 英克・岡田 稔

地球温暖化の主因である二酸化炭素（CO₂）の削減は、人類にとって喫緊の課題であり、建設業界では、すでに施工段階で排出されるCO₂の「見える化」を行って、その削減に努めている。しかし、建設工事で排出されるCO₂は、建設機械や車両などから直接排出される量よりも、その構造物に使用される多種多量な材料の生産や輸送により排出される量の占める割合が大きく、建設業界がこれ以上にCO₂を削減するには、材料そのものから排出されるCO₂を削減するしかなく、環境配慮型の製品開発が望まれるところである。

PC構造物の建設（以下、PC建設）において主要な構成部品であるPC鋼材や定着部品については、開発や製造指向を効率重視型から環境配慮型にシフトさせることで、より直接的に環境負荷低減に寄与できる余地が残されていると思われる。ただし、こうしたライフサイクルの観点から、製品レベルでのCO₂排出量を把握するには、やはり定量的かつ客観的な指標（見える化）が必要となるが、これには平成21年に基本ルールが公表された「カーボンフットプリント（CFP）制度」が有効となる。同制度は、製品のCO₂排出量の可視化を目的に制度化されたものであり、比較的容易にこの算出が行えるよう配慮された制度である。

本稿は、CFP制度による手法を利用しCO₂削減に取り組んだ事例を紹介するとともに、PC建設におけるさらなる脱炭素化の必要性やその可能性について述べる。

1. はじめに

地球環境問題、とりわけ地球温暖化による気候変動は、近い将来人類のみならず自然生態系に深刻な影響を与えると予測されている。大量生産・大量消費の始まりであった産業革命以降、世界的な規模でエネルギー消費が増大し、文献¹⁾によれば、世界の年平均気温は、100年あたり0.68°C（統計期間：1891～2010年）の割合で上昇している。わが国においてもこれは例外ではなく、統計を開始した1898～2010年の間に約0.97°C/100年上昇しており、むしろ世界の平均を上回っている。さらに、2010年夏の平均気温の平年差（1971年～2000年の平均値からの差）は+1.64°Cであり、統計開始以降の113年間で最も高い記録となった。また、IPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change：気候変動に関する政府間パネル）の第4次評価報告書で使われた気候変動予測モデルによれば、日本の平均気温の上昇は、20世紀末から21世紀末までに最大で4.0°C（A2シナリオ）と予測されており、これが現実となれば、降水量の増加や海面水位の上昇に伴い、洪水や高潮の被害が増加し、さらに真夏日日数が平均で40日以上増加することで、熱ストレスによる死亡リスクが平均で3.7倍にもなると予測されている（ちなみに昨年、5月30日～7月31日の2ヶ月の間に、熱中症により救急搬送された方は、全国で17,000人を超える）。そして、これら被害総額は、年間17兆円にも上ると試算されている²⁾。

この地球温暖化の主因が、温室効果ガスの増加であることは言うまでもなく、人為的に排出されている温室効果ガスのなかでは、二酸化炭素（CO₂）の影響量が最も大きいと見積もられている。このCO₂の増加は、上述した気温変

動と同調するように、この数十年あるいは数百年の間で増加の一途を辿っており、温暖化を食い止めるには、CO₂の排出量を削減することが最も近道であることは論を待たないところである。

文献³⁾によれば、2009年度における、わが国のCO₂の総排出量は11億4,500万トンであり、前年度に比べ5.7%減少しているものの、京都議定書の基準年にあたる1990年度に対しては未だ+0.3%となっており、削減目標の-6%には遠く及ばない。GDPあたりの排出量や一人あたりの排出量として見れば、1990年度比で前者が-13.6%、後者が-2.8%と減少傾向を示していることから、種々の活動が徐々に実を結び始めているように取れなくもないが、産業部門（工場など）での排出量の急減が際立っており、単に景気後退による生産量の落ち込みが影響しているだけという見解のほうが的を射ているかもしれない。

そのような中、建設業が占めるCO₂排出量は、施工時のみの排出量を考えればわずか数パーセントであるといわれているが、多種多量の材料を使用する建設工事において、これらの製造や輸送までの排出量を含めると、これが数十パーセントになると試算されている。これに対し、旧建設3団体（現在は日本建設業連合会に合併）では、「環境自主行動計画（第4版）」を策定し、施工段階のCO₂排出抑制や建設副産物対策などに取り組んでいる。また、グリーン購入法に基づく環境物品の調達（グリーン調達）の促進も図られており、国民の生命・生活に直結する公共工事においては、官公庁も率先してこれを推進しているところである。ただし、闇雲にCO₂の排出抑制を謳ってみても、その排出量がいくらなのかを定量的に把握しない限りは、各建設工事で何をし、それによる効果がどの程度あったのかが掴みえず、結果それは本来の目的である継続的な活動に結

びつかない。そこで、構造物の建造に関わる使用材料や施工機械などのCO₂排出量を「見える化」することを目的に、これらのCO₂排出量の原単位を定め、使用する数量や期間に応じて排出量を推定することがすでに可能となっており、多くの建設工事でCO₂排出量の試算が行われている。

しかし、京都議定書の削減目標に遠く及ばない現状を直視すれば、建設業界がこれ以上にCO₂の排出を抑制するためには、占める割合の多い材料や資機材そのものの排出量を削減することが最終的には望まれることであり、これを提供するサプライヤーの側にその命運が託されていると言っても過言ではない。

ここで、PC建設に焦点を向けると、すでにコンクリート（セメント・骨材）や鉄筋に関しては、CO₂排出量の原単位（インベントリデータ）が整備されており、また環境に配慮された製品も開発されている。一方、主要な構成部品のひとつであるPC鋼材や定着部品については、高強度化・大容量化などにより間接的に省資源化に寄与しているとも考えられるが、開発や製造指向を効率重視型から環境配慮型にシフトさせることで、より直接的に環境負荷低減に寄与できる余地が残されていると思われる。ただし、製品レベルでのCO₂排出量を把握・算定するにも、上述したとおり、定量的かつ客観的な指標が必要となるが、これには平成21年に経済産業省より基本ルールが公表された「カーボンフットプリント制度」が有効となる。同制度は、製品のCO₂排出量の可視化を目的に制度化されたものであり、原単位による積み上げ式でこの算出を行うことができるものである。

本稿では、PC建設に伴う環境負荷のさらなる低減を期待し、この手法を利用し製品のCO₂削減を図った取り組みについて紹介する。

2. カーボンフットプリント（CFP）制度とは

カーボンフットプリント（Carbon Footprint）とは直訳すると「炭素の足跡」であり、指針⁴によれば「商品・サービスの原材料調達から廃棄・リサイクルに至るまでのライフサイクル全体を通して排出される温室効果ガスの排出量をCO₂に換算して、当該商品およびサービスに簡易な方法で分かりやすく表示する仕組み」とCFP制度が定義されている。さらに、排出量を算定するための共通のルールとして、PCR（Product Category Rule：商品種別算定基準）があるが、これは例えば卵のCO₂排出量を算定するのに、単位を1個とするのか100gとするのか（これを機能単位と呼んでいる）といったような共通の土俵を定めるものである。しかし、このPCRが認定されていないフィールドで算出を行う場合には、まずそのPCRの認定を取得するところから始めなければならないのが少々煩わしさを感じる部分ではある。

3. CFP制度を利用したCO₂削減の取り組み

製品のCFPを算出するには、データベース化されているCO₂換算量共通原単位を用いて行うこととなる。ここでは、この原単位を用いて、製品のCO₂排出量の低減を図った事例を紹介する。写真-1に示すのは、橋梁の床版横締めで多く使用されるシングルストランド用定着具（IS28.6用）であるが、CO₂の低減を図るべく、従来品と比べ以下の異なる特徴を有する

- ① 保護キャップ、スペーサーに使用している高密度ポリエチレンに対し、再生材を30%使用している。

表-1 CO₂低減を図ったシングルストランド用定着具（IS28.6用）と従来品の材質および原単位

		CO ₂ 低減品		従来品		
		保護キャップ	支圧板 スペーサー			
		ウエッジ スリーブ			ウエッジ スリーブ	
部品名		材質		原単位の区分	原単位 (kg-CO ₂ /kg)	評価範囲
CO ₂ 低減品	保護キャップ	再生材を30%使用した高密度ポリエチレン		—	データがないため別途算出	—
	支圧板	球状黒鉛鋳鉄		鑄造用鋳鉄	1.18	原料採取～輸送～製品製造
	ウエッジ・スリーブ	クロムモリブデン鋼		特殊鋼	1.08	原料採取～輸送～製品製造
従来品	支圧板	一般構造用圧延鋼材		厚板	1.61	原料採取～輸送～製品製造
	ウエッジ・スリーブ	クロムモリブデン鋼		特殊鋼	1.08	原料採取～輸送～製品製造

- ② 支圧板を従来の圧延鋼材製から原単位の小さい鋳鉄製とし、さらに支圧板の重量を50%軽量化している。

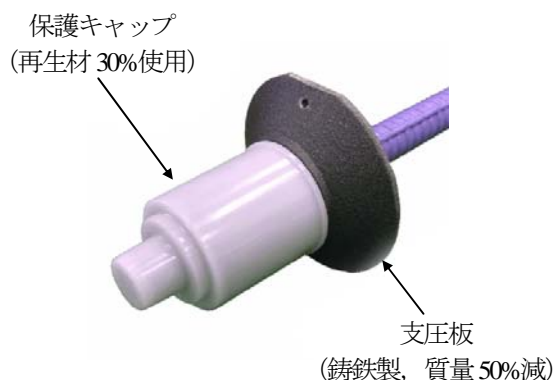


写真-1 CO₂低減を図ったシングルストランド用定着具(1S28.6用)

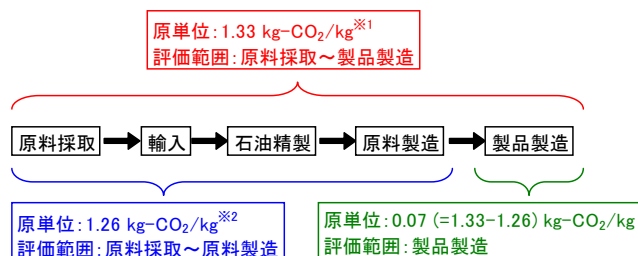
この製品と従来品について、前述した原単位を用いCO₂排出量を算出し比較を行った。ここで、算出にはそれぞれの部品の使用材料に応じた原単位を用いるが、保護キャップならびにスペーサーに使用している高密度ポリエチレンについては、再生材としての原単位が存在しないため、以下のような方法で原単位を算出した。なお、算出の評価範囲は、原料採取から製造段階までとした。本来は、廃棄・リサイクルまで評価範囲に含めるべきだが、これを含めた原単位がまだ整備されていないことや、この過程については、この製品が使用される部材や構造物の廃棄・リサイクルに大きく関わる部分であり、その意味においては、両製品とも同様な過程で処理されると考えられることから、廃棄・リサイクルについては評価範囲に含めないこととした。

<高密度ポリエチレン(再生材)の原単位の算出方法>

データベース化されている高密度ポリエチレン(HDPE)の原単位は、新品のプラスチック材(以下、バージン材)100%の値(1.33kg-CO₂/kg)であり、その評価範囲は図-1に示すとおり、原料採取→輸入→石油精製→原料製造→製品製造である。ここで、再生材については、評価範囲のうち原料採取～原料製造の過程を省略できると考える。また、この過程において排出されるCO₂の原単位に

ついては、文献⁵⁾によれば1.26kg-CO₂/kgとされていることから、HDPEの再生材を使用する場合の原単位は、バージン材の原単位よりこの値を差し引けばよく、それを30%使用する場合の原単位は、以下のとおり求まる。

$$\text{再生材を30\%使用したHDPEの原単位} = 1.26 \times 70\% + 0.07\% \times 100\% \div 0.96 (\text{kg} - \text{CO}_2)$$



※1: CO₂換算量共通原単位データベース

※2: プラスチック廃棄物の処理・処分に関するLCA調査研究報告書

図-1 再生材を30%使用した場合の高密度ポリエチレンの原単位の考え方

以上のような条件のもと、従来品とCO₂低減品の1組あたりのCO₂排出量の算出結果を表-2に示す。CO₂低減品の排出量は従来品に比べ半分程度となった。定着具1組で考えるとわずか6.77kg-CO₂の差であるが、橋長300mの橋梁の床版横締めシングルストランド用定着具(1S28.6)が500mm間隔で配置されるようなケースでは、合計使用数は1200組となり、CO₂の削減量は8000kg-CO₂に及ぶ。これをガソリン1ℓあたりのCO₂排出量が23kg-CO₂であることを用いて、燃費15km/ℓの自動車の走行距離に換算すると、実に50,000kmを超える量となる。なお、従来品にも保護キャップやスペーサーは使用されているが、製造メーカーごとに形状が異なり、一般的な質量を明示できないため、これを含めないこととしている。また、今回はこれらの製造段階のみを評価範囲としたが、質量低減の効果によりトラックなどによる輸送時のCO₂排出量も削減効果が期待できるものと思われる。

4. おわりに

冒頭にも述べたとおり、地球温暖化の問題は人類が解決

表-2 CO₂低減を図ったシングルストランド用定着具(1S28.6用)と従来品の1組あたりのCO₂排出量

部品名		原単位の区分	原単位 (kg-CO ₂ /kg)	製品質量 (kg)	CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂)	合計 (kg-CO ₂ /組)
CO ₂ 低減品	保護キャップ	再生材30%使用の 高密度ポリエチレン	0.96	0.069	0.07	6.99
	スペーサー		(別途算出)	0.013	0.01	
	支圧板	鋳造用鋳鉄	1.18	2.93	3.46	
	ウェッジ・スリーブ	特殊鋼	1.08	3.2	3.46	
従来品	支圧板	厚板	1.61	6.4	10.30	13.76
	ウェッジ・スリーブ	特殊鋼	1.08	3.2	3.46	

しなければならぬ喫緊の課題である。しかし、京都議定書が採択されて10年以上が経過する今もなお、その主因であるCO₂のわが国における排出量は明確な減少傾向を示しておらず、一朝一夕に答えの出せる問題ではないことは歴然としている。

一方、先進国のなかでも比較的環境意識の高い欧州では、すでに排出量を削減させている国も何国もあり、アジア各国の牽引役となるべく日本が背負う課題や責任は大きい。

そのような中、わが国の産業の一端を担うPC建設においては、すでに施工段階における温室効果ガスの「見える化」が進められ、将来的にはライフサイクルアセスメント(LCA)の規格化も視野に入れられているようである。この動きの足枷とならぬよう、材料・資機材を提供するわれわれメーカーの側も、与えられた難問を一つ一つクリアし、新しい技術の開発に注力していかなければならないと考える。今回紹介した事例のような小さな取り組みが、その端緒となり一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 気象庁：気候変動監視レポート2010，平成23年6月
- 2) 文部科学省・気象庁・環境省，温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート「日本の気候変動とその影響」概要パンフレット，2009年10月
- 3) 国立環境研究所，日本国温室効果ガスインベントリ報告書，2011年4月
- 4) CO₂排出量の算定・表示・評価に関するルール検討会，カーボンフットプリント制度の在り方（指針），2009年3月
- 5) プラスチック処理促進協会，プラスチック廃棄物の処理・処分に関するLCA調査研究報告書，2001年3月