

# PC 構造物の建設における CO<sub>2</sub> 削減へ向けた取り組み

板谷 英克\*<sup>1</sup>・岡田 稔\*<sup>2</sup>

地球温暖化の主因である二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> を削減するには、材料そのものから排出される CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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。

キーワード：PC 構造物、ライフサイクル、CO<sub>2</sub>、カーボンフットプリント

## 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℃（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℃/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（1971～2000 年の平均値からの差）は +1.64℃であり、統計開始以降の 113 年間でもっと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℃（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<sup>2)</sup>。

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いうまでもなく、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（CO<sub>2</sub>）の影響量がもっとも大きいと見積もられている。この CO<sub>2</sub> の増加は、上述した気候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、CO<sub>2</sub> の排出量を削減することがもっと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 CO<sub>2</sub> 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 年度に対してははまだ +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のが的を射ているかもしれない。

そのようななか、建設業が占める CO<sub>2</sub> 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

\*<sup>1</sup> Hidekatsu ITAYA：極東鋼弦コンクリート振興(株) 技術部

\*<sup>2</sup> Minoru OKADA：極東鋼弦コンクリート振興(株) 技術部

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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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かぎりは、各建設工事で何をし、それによる効果がどの程度あったかが掴めず、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CO<sub>2</sub>排出量を「見える化」することを目的に、これらのCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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い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、CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>削減を図った取組みについて紹介する。

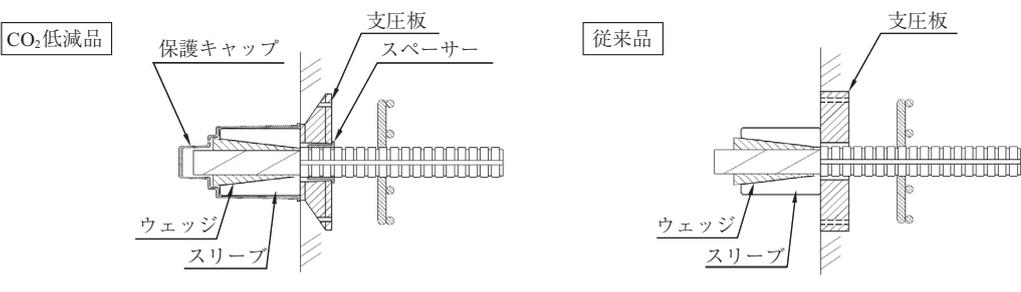
## 2. カーボンフットプリント（CFP）制度とは

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<sup>4)</sup>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CO<sub>2</sub>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、これはたとえば卵のCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>削減の取組み

製品のCFPを算出するには、データベース化されているCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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

表-1 CO<sub>2</sub>低減を図ったシングルストランド用定着具（1S28.6用）と従来品の材質および原単位



部品名		材質	原単位の区分	原単位 (kg-CO <sub>2</sub> /kg)	評価範囲
CO <sub>2</sub> 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	-
	スペーサー				
	支圧板	球状黒鉛铸铁	铸造用銑鉄	1.18	原料採取～輸送～製品製造
	ウェッジ・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
	ウェッジ・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

○ 技術ノート ○

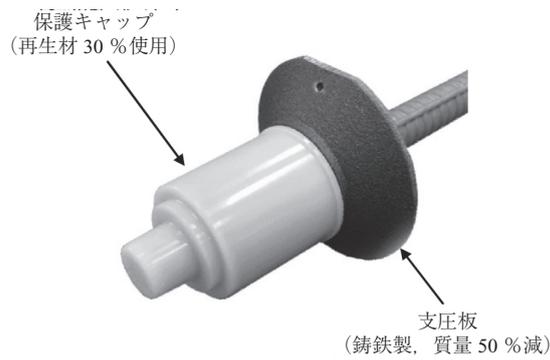


写真 - 1 CO<sub>2</sub>低減を図ったシングルストランド用定着具 (1S28.6用)

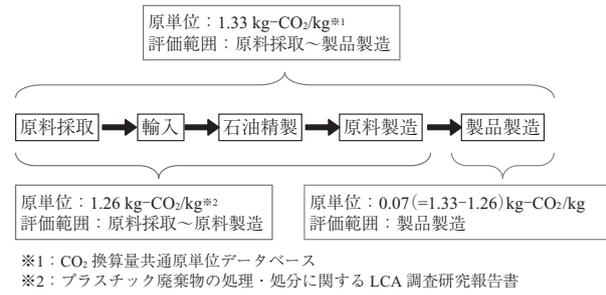
(1S28.6用) であるが、CO<sub>2</sub>の低減を図るべく、従来品と比べ以下の異なる特徴を有する。

- 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。
- 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。

この製品と従来品について、前述した原単位を用いCO<sub>2</sub>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（1.33 kg-CO<sub>2</sub>/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。



\*1: CO<sub>2</sub>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

また、この過程において排出されるCO<sub>2</sub>の原単位については、文献5)によれば1.26 kg-CO<sub>2</sub>/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。

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

以上のような条件のもと、従来品とCO<sub>2</sub>低減品の1組あたりのCO<sub>2</sub>排出量の算出結果を表-2に示す。CO<sub>2</sub>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に6.77 kg-CO<sub>2</sub>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、CO<sub>2</sub>の削減量は8000 kg-CO<sub>2</sub>に及ぶ。これをガソリン1ℓあたりのCO<sub>2</sub>排出量が2.3 kg-CO<sub>2</sub>であることを用いて、燃費15 km/ℓの自動車の走行距離に換算すると、実に50000 km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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>のわが国における排出量は明確な減少傾向を

表 - 2 CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>排出量

部品名		原単位の区分	原単位 (kg-CO <sub>2</sub> /kg)	製品質量 (kg)	CO <sub>2</sub> 排出量 (kg-CO <sub>2</sub> )	合計 (kg-CO <sub>2</sub> /組)
CO <sub>2</sub> 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 (別途算出)	0.069	0.07	6.99
	スペーサー			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	

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。

そのようななか、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) CO<sub>2</sub>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

【2011年11月9日受付】



刊行物案内

## 東日本大震災 PC構造物災害調査報告書

2011年12月

定 価 9,000 円／送料 500 円

会員特価 7,000 円／送料 500 円

社団法人 プレストレストコンクリート技術協会