

**建築物のライフサイクルを通じた
CO₂及び廃棄物排出の低減に向けた取り組み**

住 宅 研 究 部 長

西 山 功

建築物のライフサイクルを通じた CO₂ 及び廃棄物排出の低減に向けた取り組み

住宅研究部長 西山功

1. はじめに

総合技術開発プロジェクト「持続可能な社会構築を目指した建築性能評価・対策技術の開発（SB 総プロ）」（平成 16～18 年度）においては、住宅研究部が中心となり、建築物の建設～運用～改修・除却までの概ねすべての活動（ライフサイクル）を通じて排出が予想される二酸化炭素（CO₂）及び廃棄物の定量評価とその削減に向けた技術開発の取り組みを行っている。本稿では、1）環境問題としての建築由来の CO₂ 及び廃棄物排出、2）国土交通省等で実施されている施策、3）排出削減のための既往の技術開発等、4）SB 総プロにおける技術開発、について記述している。

2. 環境問題としての建築由来の CO₂ 及び廃棄物排出

地球温暖化や資源エネルギーの枯渇など地球規模に拡大した環境問題を背景として、良好な環境の維持と持続的な経済成長を両立させる社会経済システムの確立が急務となっている。

特に大量生産・大量消費・大量廃棄型の経済発展とともに増大してきた CO₂ 及び廃棄物の排出量削減は、持続型社会・循環型社会を目指す上で大きな課題であり、このために、建築物のライフサイクルを通じた環境負荷（CO₂ と廃棄物）を適切に評価し、最適な低減技術の選択がなされるための社会基盤確立に向けた取り組みが重要となっている。

2. 1 CO₂ 排出量の削減

2. 1. 1 CO₂ 排出の現状

2005 年 2 月、京都議定書が発効し、4 月には「地球温暖化対策の推進に関する法律」に基づいて「京都議定書目標達成計画」「政府の実行計画」が閣議決定された。わが国の温室効果ガス排出量（CO₂ 換算）排出量は、京都議定書のベースとなる 1990 年において約 12 億トンであり、アメリカ、中国、ロシアに次ぐ世界第 4 位、国民 1 人当たりでは世界平均の約 2 倍の温室効果ガスを排出していることになる。京都議定書では、温室効果ガスの排出量を 2008～2012 年の間に 1990 年比で 6%削減することが求められているが、2002 年度におけるわが国の温室効果ガスの総排出量は 1990 年比 7.6%増であり、削減目標との差は 13.6%となっている。このうち家庭やオフィスなどの民生部門については、1990 年比で 33.0%増加しており、2010 年度に 1990 年比+10.7%に抑えることが目標として示されている。

2. 1. 2 建築由来の CO₂ 排出の現状

図 1 に示すように、住宅及び業務ビル用の資機材製造・建設・改修・運用までの建築関連 CO₂ 排出量は、わが国の全 CO₂ 排出量の約 3 分の 1 を占めると推計され、そのおよそ半分が業務ビルに関連して発生している。また、運用段階のエネルギー消費による排出量の比率が高いことが特徴となっている。

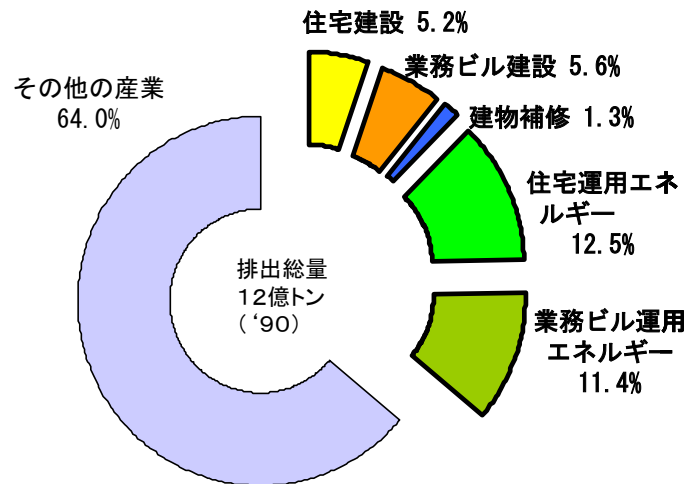


図1 わが国の建築関連 CO₂ 排出量の割合（秋山宏、伊香賀俊治、木俣信行：地球環境問題への建築学会の取り組みと展望、建築雑誌 Vol.114、No.1444、日本建築学会、1999.10）

2. 1. 3 建築由来の CO₂ 排出の低減に何が求められているか？

前述の「京都議定書目標達成計画」では、建築分野（オフィス店舗等）の CO₂ に対する対策として運用段階のエネルギー消費に着目し、「省エネ法によるエネルギー管理の徹底」「建築物の省エネ性能の向上」「BEMS（ビルエネルギー管理システム）の普及」、また住宅部門（家庭）は「住宅の省エネ性能の向上」、「HEMS（住宅エネルギー管理システム）の普及」等が対策方法としてあげられている。しかし、現在までのところ、各種の省エネ技術の開発にもかかわらず、建築由来の CO₂ 排出量は年々増加し、目標達成は難しい状況にある。

このためには、建築由来の CO₂ 排出量の総量のみならず、空調・照明・給湯などの CO₂ 排出量内訳を正確に把握し、それぞれに対して CO₂ 排出量削減のための技術の普及とその効果について検討を行う必要がある。そのため、建築におけるエネルギー消費データの解析や、省エネ法に基づく PAL/CEC（PAL は建物の外皮構造の性能に関する判断指標、CEC は建築設備の性能に関する判断指標）の算定構造などをベースとした LCCO₂（ライフサイクル CO₂）推定手法の確立が必要となる。この推定手法を用いることで CO₂ 排出量低減効果を一定精度で評価することが可能となり、各種の省エネ技術を客観的に評価できる。また、自然エネルギーの直接的あるいは間接的な利用など新技術の開発も必要となる。

2. 2 建設廃棄物量の削減

2. 2. 1 建設廃棄物の現状と処分場能力・不法投棄

わが国における廃棄物の総排出量のうち約 9 割（年間約 4 億トン）が産業廃棄物であり、その約 1 割が最終処分されている。このうち建設廃棄物が占める割合は、排出量で産業廃棄物全体の約 2 割、最終処分量で約 3 割である。また、環境省の調査によれば、産業廃棄物の最終処分場の残余年数は、平成 14 年 4 月の時点でわずか 4.3 年分に過ぎない。さらに、不法投棄量の多くは建設廃棄物が占めており、建設廃棄物の 3R（リデュース・リユース・リサイクル）を促し、建築活動そのものから発生する廃棄物量を抑制するための有効な対策が幅広く検討されなければならないという現状にある。

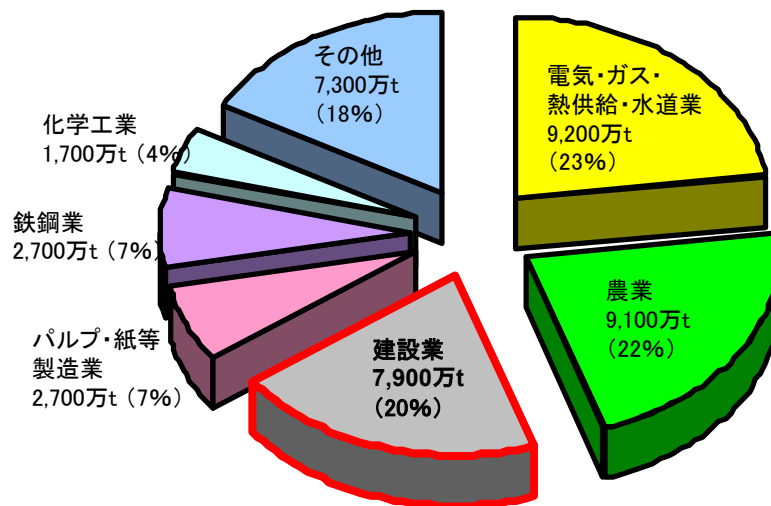


図2 わが国における産業廃棄物の内訳（平成12年度実績、環境省調査）

2.2.2 各種建設材料とリサイクル

平成14年5月には「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律（建設リサイクル法）」が完全施行され、コンクリート、アスファルト、木材等の特定建設資材については分別・再資源化が義務づけられた。これら特定建設資材については目標再資源化率が定められており、再資源化を促すための関連技術を早急に整備する必要があるとされたが、平成14年の建設副産物実態調査結果によれば、各種建設資材の再資源化率はコンクリート塊が97.5%、アスファルト・コンクリート塊が98.7%と目標値を達成している一方、建設発生木材は89.2%（再資源化率61.0%＋縮減率（焼却・乾燥等）28.2%）、建設混合廃棄物に至っては36.0%（再資源化率17.2%＋縮減率18.8%）と材料毎にリサイクルの実態は大きくばらついている。

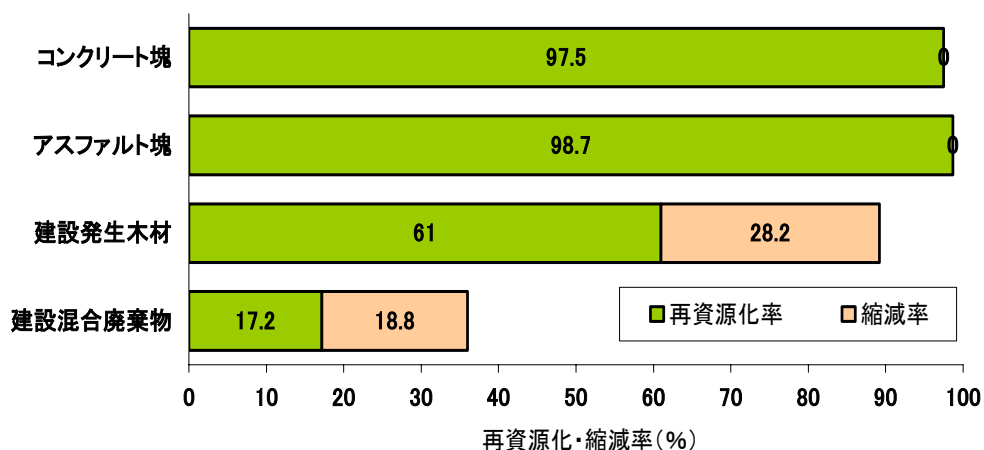


図3 各種建設材料のリサイクル率（平成14年度、国土交通省）

2. 2. 3 建築における廃棄物排出の削減に何が求められているか？

「建設リサイクル推進計画 2002」において、「建設リサイクルの量から質への転換」が基本理念として挙げられている。より質の高い適切なリサイクルを可能とするためには、個々の建築物に投入される多種多様な材料（資源）を建設段階から改修・解体までのライフサイクルにわたって定量的に記述・評価することによって、その実態を予め把握しておく必要がある。そのことによって、廃棄段階における各種除却材（再生資源）に対応した適切なリサイクル技術の選択が可能となり、また、新たなリサイクル技術の開発を促すのであり、その基礎となる簡便で精度の高い LCW（建築物のライフサイクルにおける廃棄物）算出手法（データベース含む）が求められている他、ストックの有効利用により除却を行わない技術が求められている。

3. 国土交通省等で実施されている施策

3. 1 エネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネ法)

「エネルギーの使用の合理化に関する法律（昭和 54 年制定、以下「省エネ法」）」での建築物に係る措置としては、性能規定化後では、「建築物に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断の基準（平成 11 年通商産業省・建設省告示第 1 号）」により、「建築物の外壁、窓等を通しての熱の損失の防止のための措置（年間熱負荷係数（PAL）の基準）」及び「建築物に設ける空気調和設備その他の建築設備に係るエネルギーの効率的利用のための措置（各種設備のエネルギー消費係数（CEC）の基準）」が 2000m²以上の建築物を主対象として示されている。当初、事務所のみが対象とされたが、物販店舗とホテル・旅館などが順次追加され、平成 5 年の省エネ法の改正では、病院・診療所、学校も新たに対象に追加された。また、空調設備機器以外についても、機械換気設備、給湯設備、照明設備、昇降機も対象に追加されている。これにより、2000m²以上の非住宅建築物の省エネの効果はしだいにあがってきている。一方、住宅の建築主や建築材料の製造業者に対しては、推奨基準として指針が公表され、住宅では住宅金融公庫の割増融資制度や住宅性能表示における等級表示と相まって普及が図られている。また、ストック対策の一環として大規模修繕等にも適用を広げる検討がなされている。

3. 2 建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律(建設リサイクル法)

建設廃棄物の再資源化に関しては、平成 5 年に「建設副産物適正処理推進要綱」が出され、「建設副産物対策行動計画（リサイクルプラン 21）」、「建設リサイクル推進計画' 97」、「建設リサイクルガイドライン」等の施策を経て、平成 12 年 5 月に「建設リサイクル法」が公布された。建設リサイクル法は、①分別解体等及び再資源化等の義務付け、②発注者・受注者間の契約の手続きの整備、③解体工事業者の登録制度の創設を柱としたもので、「建設リサイクル法基本方針」、「建設リサイクル推進計画 2002」など具体的な方針・目標の設定により一定の成果をあげている。しかしながら、現在の施行状況を検証した上で、より合理的な循環型社会経済システムを構築するために、特定建設資材の追加なども含め、法改正を視野に入れた検討が必要になってきている。

3. 3 住宅の品質確保の促進等に関する法律(住宅性能表示)

「住宅の品質確保の促進等に関する法律（平成 11 年制定）」は、住宅の品質確保の促進、住宅購入者等の利益の保護、住宅に係る紛争の迅速かつ適正な解決を目的として制定され、この法律に基づき「日本住宅性能表示基準及び評価方法基準（以後「住宅性能表示」）」が、当初、新築住宅を対象として構造安定、火災時安全、劣化軽減、維持管理配慮、温熱環境、空気環境、光・視環境、音環境、高齢者等配慮、などの各種住宅性能表示項目について示された。その後、既存住宅へ適用を拡大するとともに、性能評価項目として新たに防犯などが加えられている。住宅性能表示制度により、温熱環境、空気環境、光・視環境など CO₂ 排出に係わる性能や劣化軽減、維持管理配慮など廃棄物排出に係わる性能が評価され、その低減に貢献している。

4. 建築由来の CO₂ 及び廃棄物排出の削減に向けた既往の技術開発等

建築物を戸建とビルとに分類し、それぞれの CO₂ 排出及び廃棄物排出を低減するための技術開発や施策などを整理して示す。

主として戸建の住宅の CO₂ 排出に関しては、市場整備という観点から住宅性能表示があり、建設時や運用時についてはエネルギー自立循環型建築・都市システム技術の開発や既存住宅の省エネルギー性能向上支援技術に関する研究が行われている。また、廃棄物排出に関しては、木質系材料に限定して建設、運用途中の改修、解体における減量化やリサイクル性の向上技術に関する研究が行われている他、建設リサイクル法において解体材の分別などのリサイクルの網がかけられている。これに対して、ビルの CO₂ 排出に関しては、市場整備という観点から CASBEE（総合環境性能評価システム: Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency）があり、建設から改修における CO₂ 排出の低減のために省エネ法が規定されている他、運用時の省エネとの観点から個別のビルを対象として ESCO 事業が拡大しつつある。また、廃棄物排出に関しては、CASBEE が市場整備という点で存在し、建設リサイクル法が副資材及び解体材の分別などのリサイクルとして存在する。

後述する SB 総プロでは、ビルを主たる検討対象とし、CO₂ 排出に関して定量化をすすめるとともに、廃棄物排出に関しては資材の投入から解体に伴う排出までの全体のマネジメントを定量的に行うものである。

	負荷・排出	市場整備	建設時	運用時 (含、改修)	解体時
戸建	CO ₂	性能表示	省エネ法 自立循環総プロ	既存住宅省エネ*	
	廃棄物		木質系建築廃棄物発生抑制技術 建設リサイクル法		
ビル	CO ₂	CASBEE 建築物総合環境 性能評価システム	省エネ法 → 大規模修繕等に拡大 ESCO事業	SB総プロ (持続可能な社会構築を目指した建築性能評価・対策技術)	
	廃棄物		建設リサイクル法(特定建設資材)		

* 国総研で平成17年度から実施されている「既存住宅の省エネルギー性能向上支援技術に関する研究」

図4 既往の技術開発等におけるSB総プロの位置づけ

4.1 建築物総合環境性能評価システム(CASBEE)

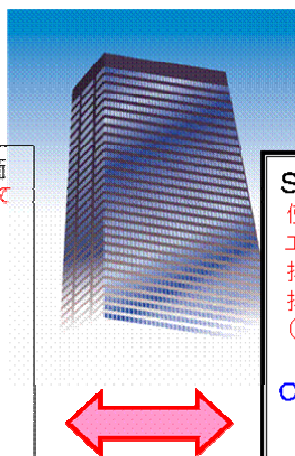
建築物の環境性能評価として、CASBEE や官庁営繕部の総合環境性能評価に関する研究開発や日本建築学会等における LCA に関する研究がある。CASBEE 等では、建築物の環境への影響を総合的に評価・表示することを目的として、環境性能評価ツール（ラベリングツール）の開発が進められている。CASBEE は、当初、新築及び既存建築物を適用対象とし、その後、改修建築物へ、現在はその適用範囲を街区へと拡大され、このツールによる評価・表示は、名古屋市や大阪市などの自治体の環境行政・建築行政の現場で採用されている他、個別の建築物の環境性能把握に利用が拡大している。

CASBEE総合評価

環境ラベリングによる
性能表示(トップダウン推奨)

CASBEEにおける総合性能評価
項目ごとにエキスパートジャッジに基づいて
点数化し、総合スコアを算出
(定性的評価、相対評価)
サービス性能
機能性、心理性、信頼性、ゆとり・・・
室内環境
音、温熱、光、空気質・・・
室外環境
生物環境保全、緑地み配慮、地域性・・・
エネルギー
熱負荷抑制、自然エネルギー利用、
設備システム効率・・・
資源・マテリアル
資源再利用、非最終処分量、水資源・・・
敷地外環境
大気汚染、騒音、風害、日照障害・・・

体系的総合評価手法



客観的評価手法の
提供

SB総プロ評価

排出総量の算出による
負荷量削減(ボトムアップ)

SB総プロにおける性能評価
使用材料・部品の投入量、
エネルギー消費量、廃棄物
排出量など、物理量に基づいて
排出負荷総量を算出
(定量評価、絶対評価)

CO₂排出負荷
熱負荷抑制、自然エネルギー利用、
設備システム効率・・・

廃棄物排出負荷
資源再利用、非最終処分量、

客観的定量評価手法

図5 CASBEE と SB 総プロの関係