

Epistula

えびすとら



独立行政法人 建築研究所
Building Research Institute
Vol.36 発行：2007.1

建築物のリサイクルって？

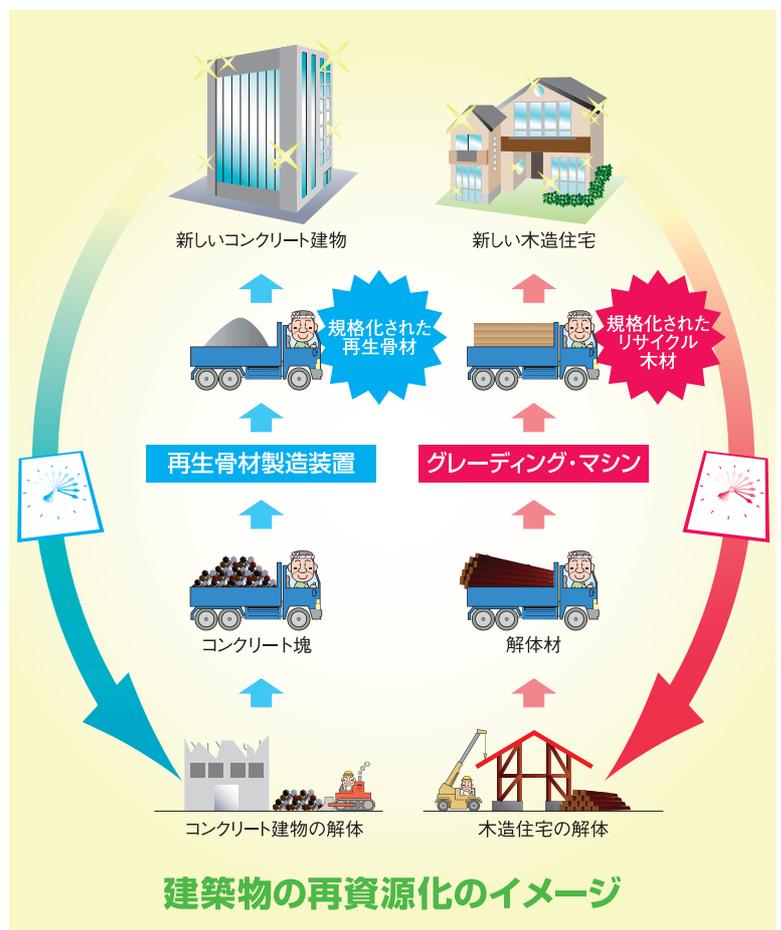
資源の有効な利用の確保及び廃棄物の適正な処理を図ることを目的として平成12年に建設リサイクル法が制定され、コンクリートや木材の分別解体や再資源化等の義務づけなどについて定められました。この法律の制定以降、建設分野のリサイクル技術の開発が活発化してきましたが、実際にリサイクル材を使う場合には性能や品質を明らかにする必要があります。リサイクルの普及には、法改正や新たな基準作りも含めた様々な取り組みが必要です。

建築物は、多くのコンクリートや鉄、木材などを材料にして出来ています。建築物の新築時にはこれらの材料を大量に消費し、解体時には大量の廃棄物が発生します。建築物の寿命は長く、古い建物もたくさん残っていますが、大半の建築物は、築後30年から50年で建て替えられているのが現状です。資材の大量消費は資源の不足という問題を引き起こし、大量の廃棄物は廃棄物処理場の枯渇という問題を引き起こしています。この2つの問題を1度に解決するため、建築物に使用された材料を、1回だけでなく、何回も建築物の建設に使用できるようにする「リサイクル技術」の開発が注目されています。

ここで、建築物に関する資源利用においてどのような問題が発生しているか見てみましょう。中高層の建築物では、その多くにコンクリートが大量に使用されています。このコンクリートは、セメントに砂利や砂（「骨材」と呼ばれています）を混ぜて作られていますので、大規模な建築物を建てるには多くの砂利と砂を必要とします。我が国では砂利や砂は身近な材料でしたが、コンクリートの製造に大量に使用されたため、現在では河川と海等からの採取が制限されています。

住宅ではどうでしょうか。我が国では、多くの木造住宅が建設されています。これらの木造住宅に使用される木材の多くは、価格などの影響で、海外からの輸入材となっています。かつて日本向けに大量の木材を供給してきた諸国の中には、木材資源が減少してしまった国もあります。

このように貴重な天然資源である砂利や砂、そして木材は、無尽蔵な材料ではありません。しかし、リサイクル技術を導入することによって、新たな資源として活用することができます。このため、建築研究所では建設リサイクルに関する技術開発を実施してきました。ここでは、主要な建築材料であるコンクリートと木材の2つの建築材料にスポットをあてて、最新のリサイクル技術を紹介します。



建築材料のリサイクル技術

Recycle

コンクリートや木材も繰返し利用する時代へ

これまで、建築に使用するコンクリートや木材の性能を定めた規格は、新しい材料から製造されることを前提にしていました。あなたの家が、リサイクル材で建設されるとしたら、あなたは心配になりませんか？リサイクル材を安心して使用できるようにするためには、何が必要となるのでしょうか。

コンクリートって何からできているの？

コンクリートは、セメント、砂利、砂、水を混合して、固まったものです。セメントは石灰岩を焼成して作られます。写真1は、建物に使用しているコンクリートを切り出したものです。丸印の部分が砂利で、砂利の間を、セメントと砂と水が混ざり合ったモルタルが充填しています。この写真が示すように、コンクリートには、たくさんの砂利や砂を使ってできているのです。コンクリートの製造には、大量の砂利や砂が必要になります。これらの材料は、かつては河川に豊富にありました。しかし、1960年代以降建設工事のために大量に採取された結果、資源が減少し現在では使用が制限されています。これらの天然の骨材(砂利や砂)に代わって、現在では岩石などを粉砕して人工的に製造した碎石、砕砂を、コンクリートの製造に使用しています。

建設リサイクル法の施行以降は、コンクリート塊からの再生骨材(図1)を製造する技術(写真2、3)の開発、再生資源の品質規格体系の構築や公共事業などへの積極的な利用などの取り組みが進められています。

コンクリートのリサイクルに関するJIS規格の現状

現在、再生骨材を使用したコンクリート(以下、「再生骨材コンクリート」という)と再生骨材のJIS化作業が行われており、既存の骨材と同様の性能・品質を想定した「コンクリート用再生骨材H」

(JIS A 5021)が制定されるとともに、既存の骨材に比べ若干性能・品質は劣るものの、コスト面に優れた「再生骨材M」の規格化も作業が進んでいます。しかし、再生骨材コンクリートを建築構造部材等に使用する場合は、個別に国土交通大臣の認定が必要なことから、建築分野での利用は決して多いとは言えません。このため、再生骨材コンクリートを既存のコンクリートと同様に特段の手続きなく使用するためには、製造・施工時の管理などの技術基準等が必要であり、そのための準備や検討が切望されています。

再生骨材を基準化するためには、天然の骨材に比べて別途検討しなければならないことが多くあります。再生骨材と天然の骨材の大きな違いとして、材料の性能のバラツキがあります。一般に同じ場所から採取された天然の骨材は、性能や品質がほぼ一定しています。これに対し再生骨材は複数の建設構造物から発生したコンクリート塊を使用するため、性能や品質に大きなバラツキがあります。そのため、基準を作成するには品質にバラツキがあることを前提に検討する必要がありますが、品質のバラツキが大きい骨材を使用した場合、所要の性能を得るためのコンクリートの製造や施工の管理コストが増加し実用性に問題が生じることも考えられます。このため、再生骨材の基準化と言っても簡単ではありません。



写真1 コンクリートの断面



図1 コンクリート塊と再生された骨材



写真2 再生骨材の製造システム外観の一例



写真3 再生骨材製造装置の一例

リサイクルによるコンクリートの有効利用へ

建築研究所では、建設リサイクル法が制定される以前からリサイクルに関する研究開発に取り組んできており、製造や施工時の管理方法の検討だけでなく、中長期的な耐久性の検討が特に重要であるとの視点から、民間では実施が難しい10年スパンを超える各種の長期耐久性試験を継続的に実施し、建築物の安全性と耐久性に関する情報を発信してきました。さらに、近年急速に製造技術の開発が進んだ再生骨材と再生骨材コンクリートの活用を促進するために、平成16年度より重点的研究開発課題として取り組んでいます。この研究では、前述の再生骨材および再生骨材コンクリートのJIS原案作成団体である(社)日本コンクリート工学協会や(独)都市機構、その他民間団体との共同研究により、再生骨材の各種物性ならびに再生骨材コンクリートの硬化前の性状、硬化後の諸物性、耐久性など各種の物理的・力学的性能の検討を行っています。これまでの研究により得られた成果の一部は、再生骨材Mを使用した再生骨材コンクリートのJIS規格化に向けて活用されています。さらに今後は、研究成果を取りまとめ再生粗骨材の用途別の品質基準案やコンクリートの用途区分案などを作成することにより、関連基準の制定や関連技術開発支援等に役立てる予定です。

木材の循環

木材は循環型の材料と言われていますが、なぜでしょうか。木造住宅の構造材料や仕上げ材料として使われる木材は、木造住宅が解体されたあとも木質材料の原料として再び使うことができます。これは木材の小さな循環の輪です。一方、木材には大きな循環の輪もあります。大きな循環の輪では、森林で伐採された樹木は木質材料に加工され、木質材料は木造住宅の一部となり、やがて木造住宅が解体されそこで使われていた木材が燃やされることなどによって、二酸化炭素と他の物質に分解され、二酸化炭素は再び森林で水と太陽の力で樹木となります。このように木造住宅の主材料である木材は数十年から百数十年のスケールで、物質循環の輪を形成しています(図2)。建築研究所では、木材の小さな循環の輪を支える建築技術の開発に取り組んでいます。

解体材の分別・再資源化が容易な木造住宅の開発

自動車や家電製品など工業製品では、使い終わったときの分解やリサイクルのし易さを考えて設計や製造が行われているものが増えてきています。しかしながら、現在建てられているほとんどの木造住宅は建物が解体される時のことを考えて建てられていません。このため、木造住宅を解体したときに発生する廃棄物の分別が難しくなっています。建築研究所では、設計・施工時から将来解体される時の手間を考慮し、解体材の分別と再資源化を行い易くする新しい木造住宅の作り方を開発しています。これにより、木造住宅の代表的な構法である軸

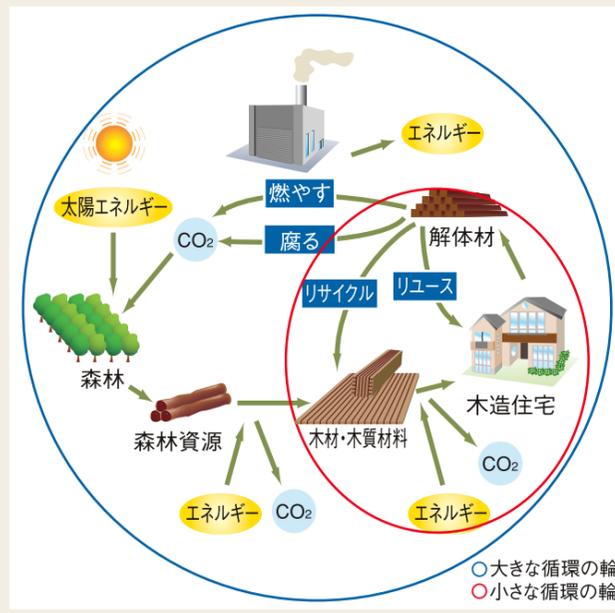


図2 木材の循環

組構法と枠組壁工法(2×4)の住宅について新しい設計方法と施工方法を提案しています(図3)。

設計・施工方法を工夫した枠組壁工法住宅の解体時間は、従来の方法で建てた住宅と比べると約15%短縮され、さらに分別が難しい混合廃棄物の量を減らすことができました。また、損傷が少ない材料を採取することができるので、木材をいろいろな方法で再資源化することが可能になります。この設計・施工方法については、今後設計事例集として取りまとめる予定です。

建設発生木材の再資源化

木材の再資源化にも取り組みが進められていますが、現在行われている廃木材の再資源化は、解体材をそのままの形で用いるのではなく、チップ化して紙や燃料などの原料として用いる方法が中心的です。しかし、解体材の幅広い受け皿を確保し、資源の有効利用を促すためには、解体材を大きいまま材料として再利用する技術も必要です。建築研究所では、解体材をより大きいまま建築材料として再利用(リユースといいますが)するための技術を開発しています。例えば解体材の柱に多少の加工を施すことにより再度新たな柱として用いるなど、解体材から様々な構造材を製造するための品質管理や性能評価に関する技術的な検討を行っています。

具体的な例として、枠組壁工法住宅の再資源化技術について紹介します。枠組壁工法住宅の解体材は、形状が比較的整っており再使用に適しています。しかしながら、良質な解体材を得るためには手間をかけて解体しなければなりません。リユースに適し

た解体材を採取するには、通常約1.5倍から2.5倍の時間が必要です(図4)。従って、解体により得られた材料を再使用することによって、増えた手間に見合う処分費等の負担の軽減が図られるような仕組みを検討することも重要になります。

一方、枠組壁工法住宅に使用されている製材はすべて規格材です。解体材を日本農林規格に準じた方法を用いて等級区分を行うと約75%は未使用時と同じ等級をほぼ満たしますが、残りの材は施工時及び解体時に生じたと考えられる割れや穴などの欠点によって等級が下がってしまいます。

さらに、目視による選別では未使用時と同じ等級を満たしている解体材であっても、実際には強度が低下している場合があります。材の強度が担保できてはじめて解体材を構造材として利用できる可能性が開けてきますが、解体材の強度の推定値は、同じ等級の未使用材に対して与えられている基準強度を下回るものになります。このため、解体材の中から良いものを選別し、所定の強度を担保する技術開発も行っています。

リサイクルによる資源の有効利用へ

今後は、建築研究所としては建築基準法を含む制度全体の検討を行うことにより、循環型社会の進展に寄与していくこととしています。また、研究開発により得られた成果については、新たな建設材料・技術などの各種情報を積極的に発信することが、地域環境問題さらには地球環境問題に対する建設分野への有効な技術的貢献になるものと考えています。



図3 解体・分別し易い木材建築物の設計
瓦等の留付方を工夫することなどにより解体時に分別しやすい設計手法を取りまとめた
94㎡、1988年築の建物 13日43人工
143㎡、1986年築の建物 25日69人工



図4 解体手間の比較
良質な解体材を得るためには、通常より手間をかけて解体することが必要

図4 解体手間の比較

良質な解体材を得るためには、通常より手間をかけて解体することが必要

環境研究グループ

近年の、安全性や効率・快適性に対する関心の高まりと技術革新を反映して、住まいや建築物は急速に変貌を遂げつつあります。一方でエネルギーや資源の消費が拡大・集中したり、生活環境・自然環境への影響も目立ってきています。

環境研究グループでは、これらの技術や材料を建築に合理的に活用・調和させ、健康で快適な生活空間の構築と生活・自然環境の保全との両立を目指しています。例えば、通風・採光・遮音など従来技術の再評価・再構築から、住まい方や社会的要請との関係整理、最新のシミュレーション技術や実験に基づく予測や最適設計・活用技術の開発に至る、幅広い研究に取り組んでいます。

環境に関する研究は、人間とその活動に伴う影響全般を扱うため、対象も方法論も様々で、地球温暖化に立ち向かう省エネルギー・新エネルギー技術、都市化に伴う暑

熱化を軽減するヒートアイランド対策技術、化学物質に起因する健康影響を防止するシックハウス対策技術、浄化槽を活用した水環境保全技術など多岐にわたります。中でも、シックハウス問題に関しては建築基準法改正時の汚染メカニズム解明を通じて空気汚染の低減に、省エネルギー問題に関しては省エネ法改正における仕様検討等を通じて実用的な省エネ対策の普及などに貢献しました。また、近年はヒートアイランド対策に大規模シミュレーションを適用した効果予測などの研究成果が社会的にも大きく取り上げられているところです。

環境研究グループは、中長期的ニーズに応える実態把握と先導的研究の実施、行政施策と消費者保護を支える評価試験技術等の開発・整備等を通じて、持続可能な社会の実現に貢献していきます。

防火研究グループ

防火研究グループは、火災による被害の軽減を目的として、物の燃え方や煙の広がり方などの基礎的な火災現象の解明から、様々な防耐火技術、火災安全設計・評価ツール、避難技術、建築材料や部材の防火性能評価試験法の開発など幅広い研究を進めています。また、建築基準法等の火災安全に関する技術基準の策定にも深く関わっており、研究活動で得た技術情報の提供により、我が国の建築物の火災安全性向上に大きく寄与してきました。

最近では、地球環境保護などの観点から木材への関心が高いことから、従来、火に弱いとされてきた木造建築物の防耐火性能を向上させる研究開発を進め、木材と鉄などを組み合わせた木質ハイブリッド構造を利用した4～5階建ての耐火建築物の建設実現に貢献しました。また、都市防災の分野では、過去の市街地火災の被害状況を詳細に分析し、有風下の火災性状の実験的解明を行い、より精緻な市街地火災延

焼シミュレーションモデルを開発し、防災まちづくりの計画に活用しています。

近年は、火災による死者数は大きく変化していないものの、小規模雑居ビル、物販店舗、グループホーム火災など社会的に問題のある火災は少なくありません。これまでの研究成果の活用、防耐火技術のいっそうの高度化により、火災に強い建築や住宅の普及、市街地火災の被害低減を目指していく必要があります。そのためには、工学的な火災安全設計を普及させることが重要であり、必要な技術基盤を整備することが重要です。

このような目標を実現するため、防火研究グループでは、火災リスク評価に基づく火災安全設計法の開発、火災に強いまちづくりを自治体や住民がスムーズに実施していくための支援技術の開発、伝統的建築物の保全に資する防火技術の開発、さらに、防火材料の性能試験方法の研究などを行っています。

編集後記

骨材は堅く、木は柔らかく、対照的な材料です。どちらも建築に必須の材料で、いずれも自然界から得られる材料です。どちらの資源も、一見無尽蔵のように思えます。かつてコンクリートを造るために、日本の河川からたくさんの砂利や砂が採取されました。これらの採取は、すでに規制されていますが、河川が昔の姿に戻ったでしょうか？ 一方で、日本にはたくさんの木造の家が建てられています。これらの木は、遠い森林から運ばれてきた木です。木が再び成長する

ために必要な環境が、森林の中で守られているかどうか、心配なところです。

私たちは、資源が有限であることを、日常生活で感じることは、なかなかありません。しかし、地球から飛び出した宇宙飛行士たちは、青く輝く地球の姿を見て、人生観が変わるといいます。宇宙から地球を見ることは、地球が有限の星であることを実感できる、数少ない瞬間なのでしょう。宇宙は無限かもしれませんが、地球が有限であることは、認めざるを得ません。私たちは、その有限の星、地球に暮らしています。地球を守るために、リサイクル・・・。(N.Y)

建築研究所は創立60周年を迎えました

建築研究所は、平成18年をもって創立60周年を迎えることができました。これを記念して、11月14日(火)に記念式典が開催されました。

式典は約220名の参加者の下で執り行われ、谷口博昭 国土交通省技監、市原健一 つくば市長、村上周三 日本建築学会会長、岡田義光 防災科研理事長、日本建築業協会の表佑太郎 大林組技研所長からお祝いの言葉と今後の活躍への期待の言葉を頂くとともに、異和夫 京都大学名誉教授より「建築社会システム再編へのアプローチ」と題して、変わりゆく社会の中でこの先求められる研究開発についての記念講演が行われました。

60周年を機に役職員一同、建築研究所の使命と期待される役割を果たすべく一層努力する決意を新たにしました。

建築研究所講演会のご案内

平成19年3月16日(金)、独立行政法人建築研究所講演会を東京有楽町朝日ホール(有楽町マリオン11F)において、『建築・住宅・都市を巡る先導研究の現状と展望』と題して開催致します。建築研究所が取り組んでいる研究開発の現状と展望について講演を行うとともに、東京大学教授であり建築家の難波和彦氏から『「箱の家」からエコハウスへ』と題して特別講演を予定しています。

入場及びテキスト代は無料となっております。事前登録も不要ですので、皆様のご来場を心よりお待ちしております。



橋
Photo K. Bogaki

Epistula

えびすとら



第36号 平成19年1月発行
編集：えびすとら編集委員会
発行：独立行政法人 建築研究所

〒305-0802 茨城県つくば市立原1

Tel. 029-864-2151 Fax. 029-864-2989

●えびすとらに関するご意見、ご質問をお寄せください。

また、バックナンバーは、ホームページでご覧になれます。

(<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/epistula.html>)