

「建設廃棄物に由来する再生骨材・木質再生材料の活用技術の開発」

（平成19年度～平成21年度）評価書（事後）

平成22年7月6日（火）
建築研究所研究評価委員会
委員長 深尾 精一

1. 研究課題の概要

（1）背景及び目的・必要性

建設リサイクル法における特定建設資材廃棄物の再資源化政策とともに、建設リサイクル推進計画では2002年版に引続き、同2008年版においてもコンクリート塊の再生骨材による再資源化の取り組みが行動計画の主要項目に盛り込まれている。一方で、各種の環境保全法令により、河川や海での砂・砂利採取が制限され、良質なコンクリート用骨材の枯渇化が進み代替材料の検討が行われている。建築分野において再生骨材コンクリートを構造用材料として使用するためには、現状、国土交通大臣の認定が必要であり、その認定取得に半年から1年の期間を要するため、技術普及の障害となっている。これは、既存コンクリートの一般的な技術基準では、再生骨材コンクリートの場合、必ずしも所要の性能・品質を得られないためである。さらに、大臣認定のための性能評価の基準は、現在、指定性能評価機関毎に異なっている。このため、民間においては、再生骨材コンクリートの適正な目標性能・品質を定めることが出来ず、技術開発を含めた普及促進の大きな障害となっている。この障害を取り除くため、ユーザー・発注者の立場からは再生骨材等を安心して利用するための品質規格や評価方法等の基準類、及びグリーン調達などにより公共事業へ積極的に利用するための製造方法や施工管理等に関する標準仕様・指針類整備などの支援が求められている。本研究では、再生粗骨材に関する既存の技術的資料とともに、これまで未検討であった再生細骨材を含めた再生骨材コンクリートの利用率向上の為に必要な技術基準類等の整備に向けた技術的検討を行う。

一方、木材は樹木が長い年月を掛けて大気中の二酸化炭素を吸収して、炭素の形で固定している材料である。したがって木材製品を長く使えば使うほど、長期間にわたり炭素を固定し続けることができる。しかしながら、京都議定書の枠組の中では、＜樹木の伐採＝二酸化炭素の排出＞という扱いがされており、木材が炭素を蓄積していることは評価されていない。このため一端伐採した木材については、直ちに焼却した場合、材料として長期にわたって使用した場合、いずれも炭素固定という観点からは評価は同じになる。ポスト京都議定書の枠組作成に向けて、現在、伐採木材に対する従来の評価方法を見直す動きがある。建築は全産業の中で最も多く木材を利用している産業であり、蓄積している木材の量が最も多い産業である。したがって、多くの炭素を長期にわたり固定できるという点において建築は地球温暖化防止に対してこれまで以上に重要な役割を担う可能性がある。このような状況を勘案し、建築物の炭素蓄積を的確に評価できる技術基盤を整備しておく必要がある。

本研究では、建築物の炭素蓄積に関する評価のうち、建築解体材などの建設発生木材を構造材料として再生利用することによる炭素固定持続効果に関する評価の考え方を整理する。また、建設発生木材の構造材料としての再生利用率を高めるために必要な技術基準類の整備に向けた技術的検討を行う。

（2）研究開発の概要

サブテーマ（1）再生骨材および再生骨材コンクリートの利用促進に係わる技術基準類の作成

- ①再生骨材コンクリートの用途別の品質基準と規格類策定のための技術的提案
- ②再生骨材の品質評価および品質管理に係わる技術基準類の作成
- ③再生骨材コンクリートの性能および施工管理に係わる技術基準類の作成
- ④再生骨材コンクリートの利用促進による環境負荷の定量的評価

サブテーマ（２）木質再生材料の構造材としての利用促進に係る技術基準類の作成

- ①既存の木質再生材料の構造的利用促進に資する技術提案の作成
- ②新たに開発する木質再生材料の性能評価・品質管理に係る技術基準の作成
- ③木質再生材料の利用促進による炭素ストック効果の定量的評価

（３）達成すべき目標

サブテーマ（１）：再生骨材および再生骨材コンクリートの利用促進に係わる技術基準類の作成

- ①再生骨材コンクリートの利用促進に必要な基準・規格等に対する技術提案書
- ②再生骨材の品質評価および品質管理に係わる技術基準の事例
- ③再生骨材コンクリートの性能および施工管理に係わる技術基準の事例
- ④再生骨材コンクリートの利用促進による環境負荷低減の定量的評価の事例

サブテーマ（２）木質再生材料の構造材としての利用促進に係る技術基準類の作成

- ①既存の木質再生材料の利用促進に必要な基準・規格等に対する技術提案書
- ②新たに開発する木質再生材料の性能評価・品質管理に関する技術基準の事例
- ③木質再生材料を構造材として利用することによる炭素蓄積効果に関する定量的評価の事例

（４）達成状況

サブテーマ（１）：再生骨材および再生骨材コンクリートの利用促進に係わる技術基準類の作成

[評価の指針] ①再生骨材コンクリートの利用促進に必要な基準・規格に対する技術提案書が作成されているかどうか。

[達成状況] ①再生骨材を用いたコンクリートを建築分野で使用する場合の用途及びその性能と品質を、「再生骨材コンクリートの用途区分（案）2010.3」として取りまとめた。

[評価の指針] ②再生骨材の品質評価および品質管理に係わる技術基準の事例が作成されているかどうか。

[達成状況] ②建築構造物に使用するコンクリート用再生骨材として必要な品質を「再生骨材の用途別の品質ガイドライン（案）2010.3」として取りまとめた。

[評価の指針] ③再生骨材コンクリートの性能および施工管理に係わる技術基準の事例が作成されているかどうか。

[達成状況] ③「再生骨材の用途別の品質ガイドライン（案）2010.3」、「再生骨材コンクリートを用いたコンクリートを建築分野で使用する場合の調合設計の方法および品質の管理方法を、「再生骨材コンクリートの調合設計・施工ガイドライン（案）2010.3」として取りまとめた。

[評価の指針] ④再生骨材コンクリートの利用促進による環境負荷低減の定量的な評価が行われているかどうか。

[達成状況] ④再生骨材コンクリートの環境負荷評価のための評価項目・指標を抽出し、炭酸ガス等の環境負荷算出シートを作成するとともに、必要なマテリアルフロー・インベントリーデータ・評価シナリオを整理した。また、環境負荷低減の観点から有効な利用方法等について検討を行った。

なお、上記成果は、既に JASS5（2009）ならびに建築基準法告示 1446 号改正原案作成のための技術資料として活用された。また、現在、改定作業中である「公共建築工事標準仕様書（建築工事編）」、「建築工事監理指針」、ならびに日本建築学会で策定中である「再生骨材を用いたコンクリートの調合・設計・施工ガイドライン（仮称）」等にも、広く活用できると考えている。また、論文投稿、学会・講演会発表等（11 編（査読付き 1 編））を行った。

サブテーマ（２）木質再生材料の構造材としての利用促進に係る技術基準類の作成

[評価の指針] ①既存の木質再生材料の利用促進に必要な基準・規格に対する技術提案書が作成されているかどうか。

[達成状況] ①既存の木質再生材料の一つであるパーティクルボードを対象として、その利用を促すために以下に示す技術的な提案を行い、資料として取りまとめた。

提案1：床下地材としての利用促進を図る上で、日本住宅性能表示基準（平成13年国土交通省告示第1346号）に従って表示すべき住宅の性能に関する評価の方法の基準にある存在床倍率の表の中に、本研究により求めたパーティクルボードの存在床倍率を追加すること。

提案2：存在床倍率の評価を行うにあたり、改めて事後的な水掛かりに対する試験評価を行う必要はない。事後的な水掛かりによる耐力の低減は、現在壁倍率の評価において採用されている用途に伴う影響による耐力の低減によって十分に評価される。

提案1については関係部局に提案し、提案2については論文として公表する予定である。

[評価の指針] ②新たに開発する木質再生材料の性能評価・品質管理に関する技術基準の事例が作成されているかどうか。

[達成状況] ②新たに開発する木質再生材料としてパーティクルボードを構成要素とする木質I型複合梁を対象として、技術基準の事例を作成した。作成した技術基準は木質I型複合梁の荷重継続時間の調整係数の評価に関するものであり、平成12年建設省告示第1446号に荷重継続時間の調整係数を求めるために定められている技術的基準の代替案である。代替案は論文として公表する予定である。

[評価の指針] ③木質再生材料を構造材として利用することによる炭素蓄積効果に関する定量的な評価が行われているかどうか。

[達成状況] ③調査等を行い、炭素収支を計算するために必要なデータを収集した。また、木造住宅から排出される建設発生木材を

- a) パーティクルボード原料とする場合
- b) 製材として再使用する場合
- c) 木質バイオマスとしてエネルギー利用する場合

についてそれぞれ炭素収支を試算した。この結果、木質再生材料を構造材として利用することによる炭素蓄積効果は、伐採木材が固定する炭素を評価するかしないかによって、異なることを確認した。また、建設発生木材を構造材として利用することに対するインセンティブを与えるためには、木材製品に固定されている炭素が製品を破棄するまで大気中に放出されないという評価の枠組が採択される必要があることを事例を用いて提示した。試算結果は論文として公表する予定である。

2. 研究評価委員会（分科会）の所見と建築研究所の対応（担当分科会名：材料分科会、 建築生産分科会）

（1）所見

所見①（評価の総括）

<全般>

- ・ 建設廃棄物の再利用化という大変重要な課題であり、解決すべき問題点は多々ある。今回それらの中から、コンクリート系と木質系建設廃棄物の活用技術として提起された課題に対して、有益な成果が得られたと考える。
- ・ 計画に沿った綿密な研究開発が行われ、当初想定された所定の成果が得られていると思われる。
- ・ 研究テーマが堅実に設定されていることもあり、その目標に関しては十分達成されていると評価できる。
- ・ 建設廃棄物の再資源化は環境保全の観点から重要な課題であり、目標に対して一定の研究成果をあげている。
- ・ 検討委員会を設置し、内容を検討したことにより、社会的に信頼性の高い技術基準が作成されたものと

（建設廃棄物に由来する再生骨材・木質再生材料の活用技術の開発）

考えられる。

- ・ 以降の研究のための「問題点の指摘」を含め目標は十分達成したと評価する。
- ・ 研究成果の発表、関連業界との情報交換などを含めた外部機関との連携ともに、十分達成されていると評価する。
- ・ 外部と適切に共同研究を進めている、結果が具体的である、外部への成果発表ならびに成果の応用・展開に積極的である等と、判断できる。

<再生骨材>

- ・ 基準・規格に対する技術提案、品質管理に関する技術ガイドもまとめ、成果として良くまとまっている。
- ・ 再生骨材コンクリートの用途区分、品質ガイドライン等の策定がなされており、十分な成果が得られたと考える。
- ・ 再生骨材については、特に、製造量が最も多く、製造中に発生する廃棄物となる微粉量の少ない中品質再生骨材の利用に関するガイドラインが制定できたことは、大きな成果であると評価する。
- ・ 再生骨材については、並行して行われた JIS 規格の策定及び日本建築学会の JASS5 の改定に本研究成果が採り込まれており、研究の公表及び外部との連携等は十分なされている。
- ・ 日本建築学会大会学術講演概要、コンクリート工学年次論文等に多数発表されており評価に値する。

<再生木質材料>

- ・ 技術基準作成に必要な資料を集めることができたものと評価される。
- ・ 木質再生材料に関しても、性能評価の技術基準がえられ、初期の目的を達成することができたと評価する。
- ・ 木質再生材料では、再生材から製造されたパーティクルボードを用いた床下地材及び木質 I 型複合梁に関する評価法の策定を目標としているが、特に提案された複合梁の長期性能の評価法は、現行の評価方法に比べ短時間かつばらつきの少ない評価を可能にすることができるところは評価に値する。
- ・ 木質再生材料の研究成果の公表は、予定を含めて着々と進めているとしており、評価に値する。

所見②（社会制度等の検討、今後の成果の普及について）

- ・ 共同、委託研究の関係者はいままでの多くの実績を有していたので、建設廃棄物という視点から改めてみる機会になったと推測される。建設廃棄物に関する学術、技術的な課題はそれなりの指針は得られるが、現実の企業活動上では社会の仕組みが障害となることが少なくない等、社会の仕組みの実態にはなじみにくい側面が多かれ少なかれ存在する。したがって、開発の成果が活かせるような社会的な仕組みはどうあるべきかを、今後時間をかけ積み上げてほしい。また、今後の実務展開の応援になることを期待している。
- ・ これら成果は法制面の整備によってより有効に活かされると思われるので、今後はその方面でも努力をお願いしたい。
- ・ 重要な課題であり、研究成果の普及展開に向けて今後も積極的な活動を期待する。
- ・ 環境負荷低減の観点から重要な「研究」である。今後の実用化に大いに期待する。

所見③（関連する今後の課題、建研の役割を踏まえた課題設定、実施方法について）

- ・ 再生材料の活用技術について、相当な進展があった。今後、再生骨材製造時に発生する微粉の有効利用など、周辺に残る課題を適宜解決していくことが望まれる。
- ・ 木質系に関しては国際的な発表が見られるが、コンクリート系は国内発表に留まっている。研究成果の普及展開を考慮すると、連携する外部機関の対象を拡大することが重要であると判断される。

- ・ この問題の背景にある資源問題、炭素蓄積問題などの地球環境問題への切り込みという点では、やや物足りなさを感じる。
- ・ 再生骨材の研究に関して、民間企業と同じレベルで開発研究をやることにどれほどの意味があるか。むしろ、個々の企業、企業グループあるいは大学で取り組んでいる開発研究の全体を、たとえば国際競争力を高める方向に誘導する、そのための先導的研究をすることが建築研究所としての使命ではないかと考える。
- ・ 木質再生材に関しては、山のバージン材活用（植林～間伐～伐採～木材～植林のサイクル）と、木材のリサイクルの有利不利と、いずれの方向を目指すべきかを大きな視点から世の中に発信し、この点でも日本の木材産業を誘導する立場をとる研究に力を入れられることを期待したい。
- ・ 建築研究所という組織が置かれている立場からいうと、課題のレベルと質がややこぢんまりとしている感がある。もう少し大きな視野で日本の技術力、国際競争力を高めるための先導的役割を担うべく研究をされることを期待したい。

（２）対応内容

所見②に対する回答

- ・ ご指摘のとおり、再生材料の利用促進のために実現すべき社会制度や法制度等の検討は、重要な課題であり、このような研究課題を設定、実施するにあたっての前提条件でもあり、再生材料の利用促進・普及にあたっては、必要であると認識しておりました。しかし、本課題では、現状においてクリアすべき課題の解決を第一の目標、すなわち問題解決型の課題設定を行うことといたしました。その結果、本課題で得られた再生材料の利用促進のために必要な技術資料や環境側面の評価の方法、検討事例の提示等の研究成果は、今後、再生材料の利用促進のために実現すべき社会制度や法制度等の検討のために役立つ、一つの技術情報として活用できるものと考えております。今後は研究成果が、社会制度や法制度等の策定に還元できるよう、関係部局へ働きかけたいと考えております。

所見③に対する回答

- ・ 再生骨材の活用技術に関して残された課題については、所内外の関連する場で検討を進めるように努めます。また、今後、研究成果の国際発信にも努めたいと考えております。
- ・ 本研究課題では、民間や大学等で行っている個々の研究を総括した技術指針類の原案を作成しています。
- ・ 作成した技術指針案は国の基準・規格等に反映されるものであり、このような意味において建築研究所の使命を果たしていると考えます。
- ・ 山側の循環は経済情勢や施策のあり方によって大きく変化します。このようなこともあり、本研究課題では、バージン材との比較という観点に基づいた方向性ではなく、リサイクル材を積極的に使うという観点に基づく、建設発生木材の利用方法に対する方向性を示しています。しかしながら、日本国内の木材資源の利用方法に対する方向性を示し、社会を誘導することはきわめて重要な課題であり、今後取り組んで行けるよう努めたいと考えております。
- ・ 骨材に関する資源利用に対する考え方、木材の炭素固定評価に対する考え方について当初計画していた研究成果が得られたものと考えております。ただし、資源問題と炭素蓄積問題はたいへん奥が深い問題であり、この点において研究成果が物足りなく見えるものと思われれます。今後、さらに検討が行えるようよう努めたいと考えております。

3. 全体委員会における所見

建設廃棄物の再利用という大変重要な課題の中から、再生骨材コンクリートと木質再生材料の利用促進に必要な技術的検討を行い、技術基準整備につながる有益な研究成果を得るとともに、外部への成果発表も多く行ったことで、本研究で目指した目標を達成できたとする分科会の評価を支持し、全体委員会の評価とし

たい。なお、再生骨材コンクリートの品質基準と用途との関係を詰めるとともに、木質再生材料についても構造部材以外の利用方法を考えるなど、リサイクルの促進につながる研究にさらに取り組まれない。

4. 評価結果

- A 本研究で目指した目標を達成できた。
- B 本研究で目指した目標を概ね達成できた。
- C 本研究で目指した目標を達成できなかった。