

既存建築物着工・ストック量の統計情報に基づくコンクリート蓄積量と再資源化処理実態の分析

Db18179 瀧澤大輝

1 はじめに

近年の社会全般の動向として、環境問題を端緒に SDGs やカーボンニュートラルへの取り組みを具体化することが重視されている。日本は 2050 年の CO₂ 排出を正味ゼロとするカーボンニュートラルに向けた目標達成に向けて、2030 年までに 2013 年度比で 46% の削減を目指している。個人や家庭レベルでの大幅な削減の必要である。建築物等に多く使われるコンクリートは有限な資源である石灰石を大量に使用し、CO₂ を排出している。コンクリートは石灰石を燃焼して、セメントを製造する段階で二酸化炭素を大量に排出する問題点がある。そこで、建築物として蓄積されたコンクリート中の Ca を CO₂ を吸収可能な潜在的未利用資源とし、建造物の解体によって発生するコンクリート廃材と大気中の CO₂ とを炭酸カルシウムコンクリートとして再生する技術を開発し、セメントコンクリートに替わる主要建設材料として実用化する事で、新たな資源循環体系実現を目指している。そこで開発されたのが、CCC（カルシウムカーボネートコンクリート）である。CCC はコンクリート塊の破砕物を主原料に、セメント系廃棄微粉末から水中に溶出させたカルシウムと水中に吹き込んだ CO₂ から生成した炭酸水素カルシウム水溶液をコンクリート塊の破砕物間に流し、温度変化・pH 変化・水分蒸発という操作を施すことで炭酸カルシウムを析出させ、固化体として製造される。本研究は、NEDO ムーンショット型研究開発事業「C4S 研究開発プロジェクト」（PM：野口貴文・東京大学教授）¹⁾の一環として、CCC の原材料となるコンクリート蓄積量を推計する。また資源循環システムの中核となる中間処理場の再資源化処理の実態について調査・分析を行う。

2 研究・評価方法

本研究では、資源循環シナリオ設計のために過去から現在に使用されたコンクリート量を算定する。また CCC の原材料が集まる処理場の実態は把握も行う。表 1 で研究概要を示す。コンクリート量を算定するにあたり「建築物ストック統計」²⁾、「住宅着工統計」³⁾と「建築着工統計」⁴⁾の各種データを利用した。各データは、延床面積（㎡）で公表されており、表 2 の評価原単位及び仮定値を利用して t 換算した。

表 1 研究概要

番号	研究項目	内容
研究 1	建築物ストック統計による建築着工量・コンクリートの調査	木造・非木造（RC 造、SRC 造、S 造）の 1950 年～2017 年までの年別ストック統計における延床面積（㎡）及び蓄積コンクリート量（㎡、t）
研究 2	建築着工統計による着工量・コンクリートの調査	木造・非木造（RC 造、SRC 造、S 造）の 1950 年～2020 年までの年別着工統計における延床面積（㎡）及び蓄積コンクリート量（㎡、t）
研究 3	中間処理場の調査及び資源循環分析	全国・関東・関西の施設数（個）、処理量（t）、処理効率（t/日）、運搬距離（km）

表 2 資材投入量の評価原単位及び仮定値

対象	単位	木造	SRC 造	RC 造	S 造
生コンクリート体積変換値(2020)	㎡/㎡	0.22	0.74	0.88	0.41
コンクリート質量変換値(2020)	t/㎡	2.4	2.4	2.4	2.4

表 3 建築物ストック統計における構造種別分類のため着工統計から導き出した非木造構造種別割合（％）

用途	SRC 造	RC 造	S 造
a 住宅	10.1%	47.1%	42.2%
b 非住宅	9.5%	20.7%	69.1%

表 4 資源循環指標の算定方法 (①～⑭)

番号	項目	算定方法	単位
①	建築物ストック統計による各年代・各構造の延床面積	国土交通省建築情報データより ²⁾	㎡
②	住宅着工統計・建築着工統計による各年代・各構造の延床面積	国土交通省建築情報データより ³⁾⁴⁾	㎡
③	①に基づくコンクリート体積	表 4 ①×表 2	㎡
④	②に基づくコンクリート体積	表 4 ②×表 2	㎡
⑤	③のコンクリート体積値に基づく質量計算値	表 4 ③×表 2	t
⑥	④のコンクリート体積値に基づく質量	表 4 ④×表 2	t
⑦	①による住宅構造種別コンクリート量計算値	表 4 ①×表 3 a	t
⑧	①による非住宅構造種別コンクリート量	表 4 ①×表 3 b	t
⑨	全国の地域で比較した中間・最終処理場数	施設種類別処理フロー国土交通省公開データより ⁵⁾	個
⑩	コンクリート・アスファルトコンクリート再資源化施設設置数地方別比較	建設副産物搬出量総括表 ⁶⁾⁷⁾ リサイクル国土交通省公開データより	個
⑪	中間処理場能力比較	中間処分許可業者一覧公開データより	t/日
⑫	副産物再資源化等状況比較 (H30)	平成 3 0 年度建設副産物実態調査結果参考資料環境省・産業廃棄物施設の状況公開データより ⁸⁾	%
⑬	コンクリート塊の運搬距離単純平均単純平均	国土交通建設副産物の再資源化施設等の設置状況 (H30 施設調査回答施設数) 公開データより ⁹⁾	km
⑭	土木・建築分野コンクリート塊発生・搬出量	建設副産物発生量総括表-リサイクル-国土交通省 ⁶⁾ 建設副産物搬出量総括表-リサイクル-国土交通省公開データより ⁷⁾	t

備考) 各種統計は研究実施時に最新のものを使用したが、内容の更新・公表に併せて算出根拠を見直し利用する必要がある。

3 建築物中のコンクリート蓄積量の算定

3.1 建築物ストック統計の利用 (①③⑤)

建築物ストック統計²⁾は、国土交通省で我が国の建築物を対象とし床面積について取りまとめたデータをさす。「住宅」及び「法人等の非住宅建築物」については、住宅・土地統計調査、法人土地・建物基本調査及び建築着工統計を基に、使途別、構造別、竣工年代別等に床面積の総量を推計し、「公共の非住宅建築物」については、国有財産一件別情報、公共施設状況調より、建築物用途別に床面積の総を集計している。本研究では、建築物ストック統計²⁾1950年～2017年のデータを利用する。図1が建築物ストック統計²⁾の延床面積・コンクリート量を表している。住宅は木造が長年に渡り床面積が多いがコンクリート量に換算するとRC造が多くなる。非住宅はS造が最もコンクリート利用量が多い。

3.2 建築物着工統計の利用 (②④⑥⑦)

3.2.1 住宅建築におけるコンクリート蓄積量 (②⑦)

住宅のコンクリート量調査には、住宅着工統計³⁾を利用した。住宅着工統計³⁾とは、住宅の新改造の動向に関する統計で国土交通省が毎月実施しており、住宅の着工状況を構造、建て方、利用関係、資金、建築工法等に分類して把握できる。図2は、住宅着工統計³⁾の1951年～2020年のデータを利用したもので、床面積とコンクリート量を示している。さらに、各年のデータを元に、図3を全国・関東・関西に分類して蓄積量を示した。住宅は、2020年あたりをピークに年々減少傾向にある。図2にある点線は建築着工統計⁴⁾の用途別公開データが示された年を示している。

3.2.2 非住宅建築におけるコンクリート蓄積量 (②④⑥)

建築着工統計⁴⁾調査は、届出が義務づけられた非住宅建築物を対象とする調査であり、1950年～2020年までの延床データ^{m²}を利用し、表4に従い^t換算した。図6の1950年から1988年の部分は、RC造、S造、SRC造の構造種別ごとのデータがないため建築着工統計⁴⁾の総数から、表3の割合を利用して構造種別ごとにコンクリート量を導き出した。建築物ストック統計の蓄積量より全体に値が大きく、その差分は除却により再資源化や埋込された量と推定される。なお国内のコンクリート蓄積量はRCが最も多く全体の35%を占め、S造は29%、木造は26%、SRC造は9%となっている。

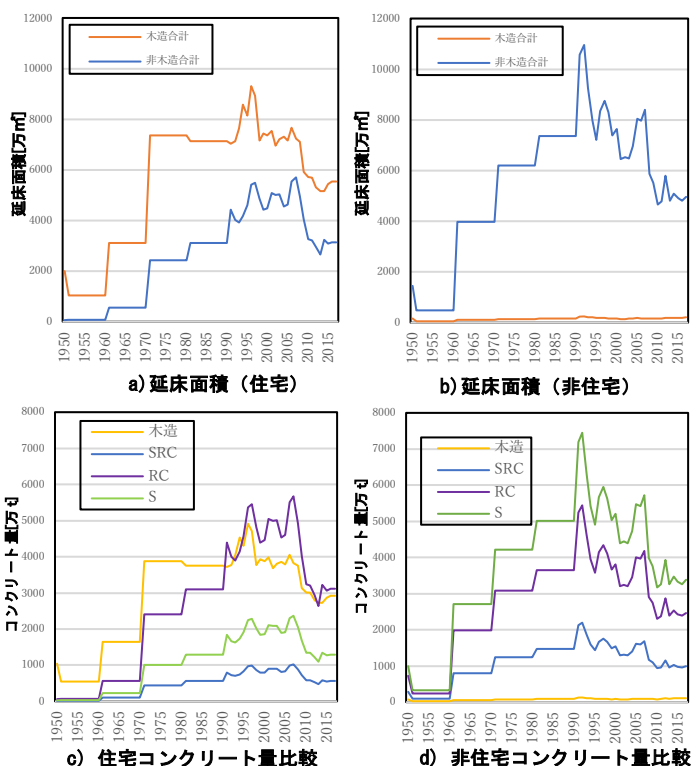


図1 建築物ストック統計による住宅・非住宅延床面積とコンクリート量 (①⑤)

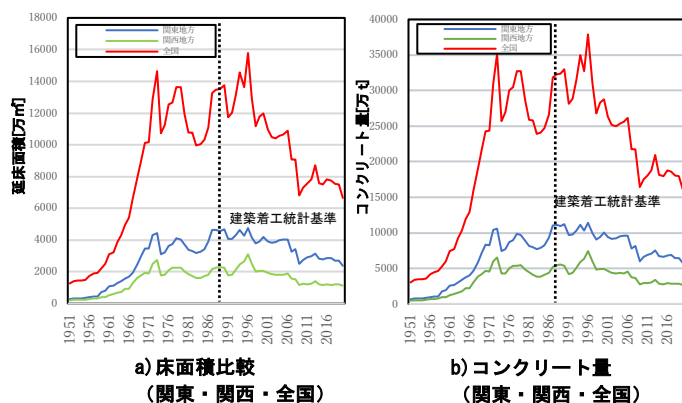


図2 住宅着工統計による住宅延床面積とコンクリート量 (②⑦)

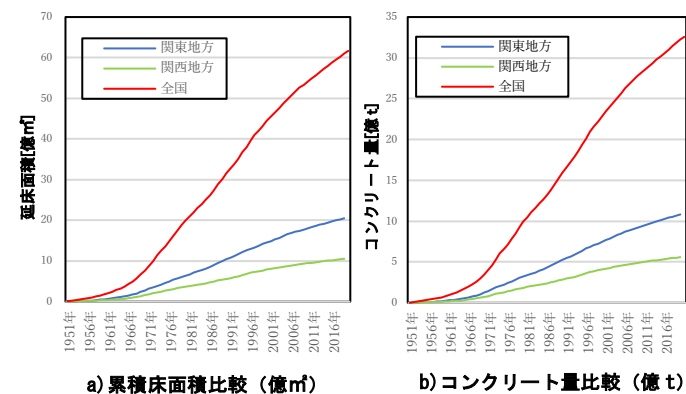


図3 住宅着工統計による建築床面積・コンクリート量の蓄積比較 (②④)

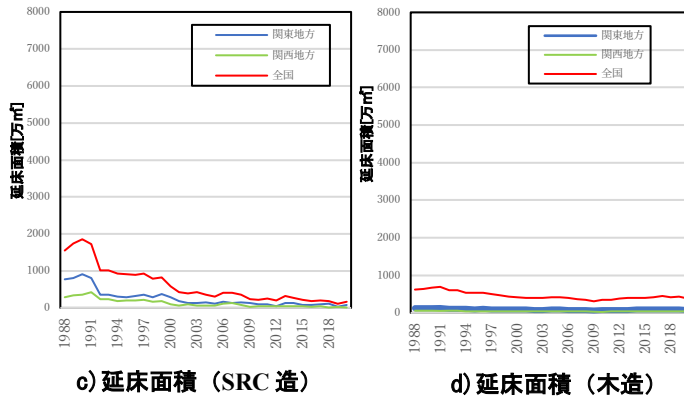
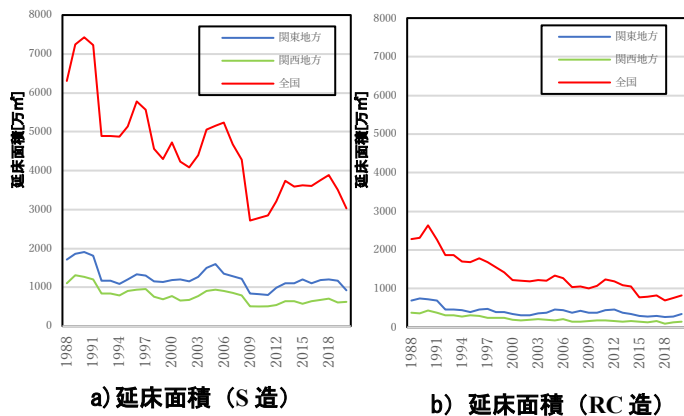


図4 建築着工統計による各年着工非住宅延床面積 (万㎡) (関東・関西・全国) (②)

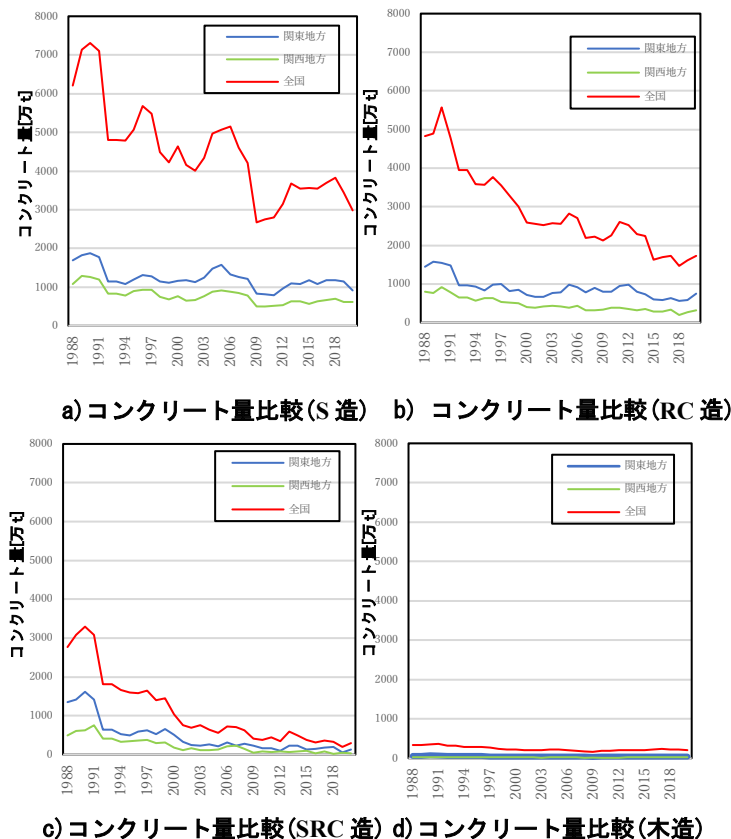


図5 建築着工統計による各年着工非住宅コンクリート量 (関東・関西・全国) (⑥)

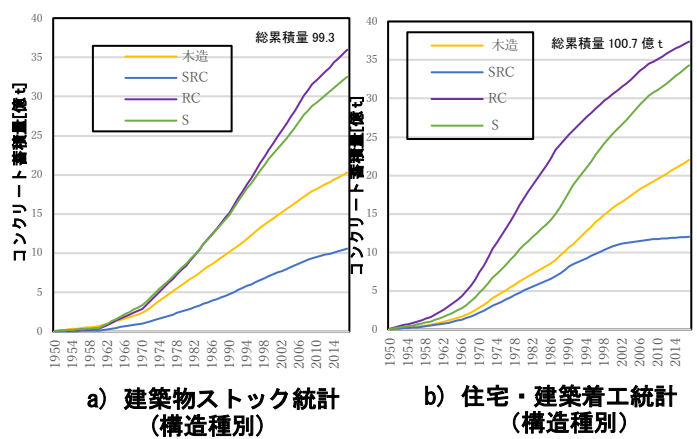


図6 建築物ストック統計と建築物着工統計(住宅、建築)を比較したコンクリート蓄積量③④)

4 解体コンクリート塊の再資源化実態

4.1 中間処理・最終処分場数(地方別)(⑨)

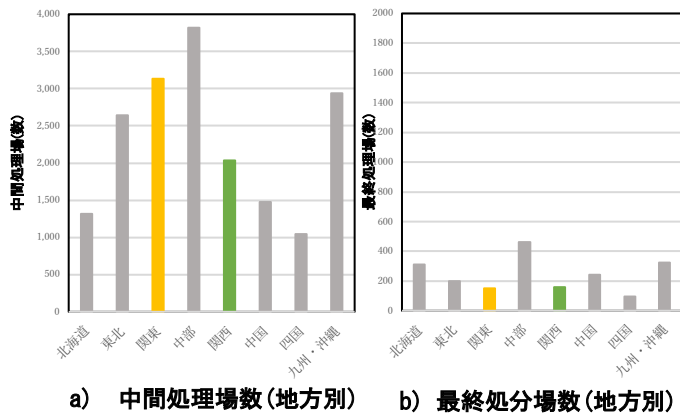
現在までのコンクリート蓄積量が推計できた。次に重要な点は、C₄Sの中核となりえる中間処理施設数である。図8a)は、中間処理場数を表し、許可取得している処理場は、中部、関東、九州の順になっており、人口比率に対応しているわけではない。これらを都道府県別で情報整理し、地域内排出量に対して地域内処理能力が十分であるかを判断する基礎資料とする必要がある。

4.2 中間処理場能力比較 (⑪)

図8c)は、地方別の「再資源化施設数」⁸⁾で、Coがコンクリート、Asがアスファルトコンクリート破砕施設を表している。破砕施設も中部が最多である。図8d)は、ヒアリング等を踏まえ、「環境省の産業廃棄物処理業者情報」⁸⁾を元に関東圏の処理場能力をまとめた図である。関東圏にある55のコンクリート処理場のうち、処理能力が400t/日以上以上の施設は、専門でコンクリート事業を行なっている可能性が高く、その数は全体の3/4程度と想定される。また、図8e)の高位のリサイクル率は図8f)の運搬距離にも深く関係するといえる。

4.3 建設副産物排出状況 (⑫⑬)

図8g)h)は、「建設副産物発生量総括」⁶⁾・「建設副産物搬出量総括」⁷⁾により、現場から中間処理場への排出量を建築分野と土木分野で比較した。建築分野は、土木分野の200%程度の排出があり、近年は双方の減少が確認される。この背景には、補修による維持保全がより進展してきたと考えられ、建設物という資源を最大利用して長寿命化する事でCO₂排出量削減が見込める可能性は今後重視すべきといえる。



a) 土木由来の大径塊(再生骨材用) b) 建築由来の仕上付き塊(RC40 用)

写真1 RC40の製造を主体としたコン塊専門中間処理(首都圏)

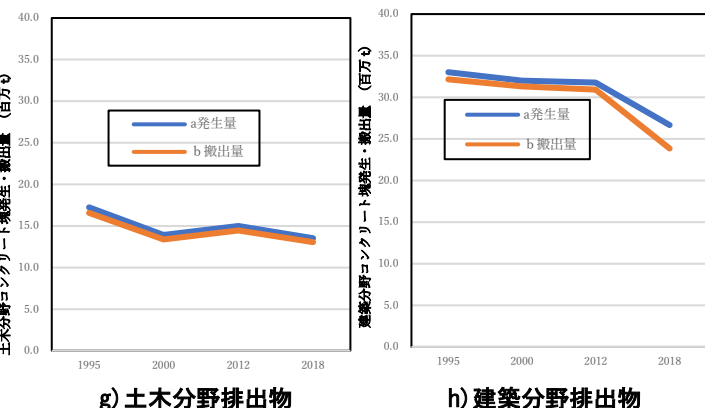
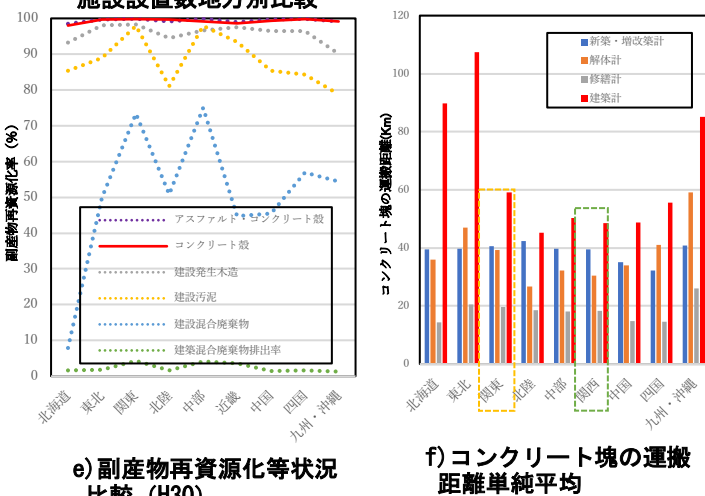
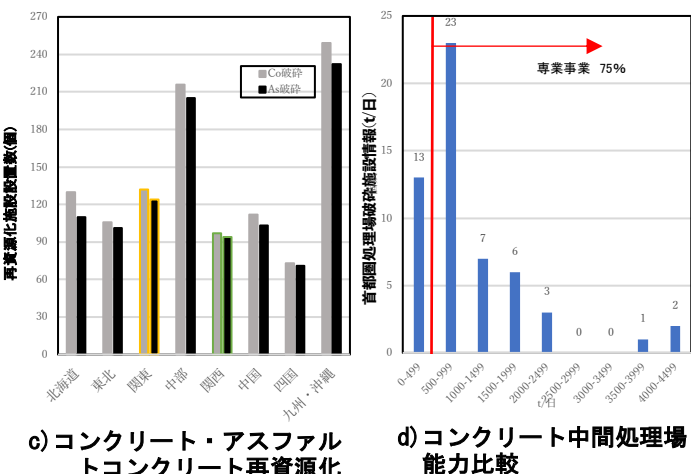


図8 解体コンクリート塊処理に関する中間処理場実態分析

5 まとめ

本研究により、以下の知見が得られた。

- 1) 建築物ストック統計と建築物着工統計を利用して、1950年～2020年までの非木造・木造に含まれているコンクリート量を推計した。
- 2) 関東と関西のコンクリート蓄積量が多く全体の50%程度で、都市圏でのコンクリート処理が重要になる。
- 3) 日本全体のコンクリート蓄積量はRC造が最も多く、全体の35%を占めている。木造は26%、S造は29%であり、SRC造が一番小さい9%となっている。
- 4) 中間処理場の処理能力には地域性があり、中部・関東・関西・九州が多く処理能力があると確認できた。
- 5) 中間処理場に運搬されるコンクリート塊の土木・建築の割合は、およそ1:2程度であり、建築の現場からの排出量が倍程度多いことが確認された。
- 6) 首都圏にあるコンクリート中間処理場は、55施設あり、75%が処理能力400t/日を超えており専門事業として運用されているのが確認された。

参考文献

- 1) 野口ほか、ムーンショット目標4に貢献する「C₂S研究開発プロジェクト」の概要、日本建築学会学術講演梗概集(東海)、2021.9
- 2) 国土交通省、建築ストック統計、1950-2017年
- 3) 国土交通省、住宅着工統計、1950-2020年
- 4) 国土交通省、建築着工統計、1950-2020年
- 5) 国土交通省 建設副産物実態調査結果参考資料環境省・産業廃棄物施設の状況、2018年
- 6) 国土交通省、建設副産物発生量総括表、1995-2018年
- 7) 国土交通省、建設副産物搬出量総括表、1995-2018年
- 8) 国土交通省、建設副産物の再資源化施設等の設置状況(施設調査回答施設数)、2018年

謝辞

NEDO はじめ研究参画する大学・企業関係各位(東京大学・北海道大学・東京理科大学・宇都宮大学・工学院大学・清水建設・太平洋セメント・増尾リサイクル)および、調査検討にあたりウラムの香月清仁氏、相原幸恵氏、増尾リサイクルの増尾孝義氏、細野知之氏に議論・検討を頂き深謝します。