

省資源 その1 ー高耐久性マンション用材料ー

1. 調査の目的

マンションやオフィスビルは建築の際に大量の資材が使用されるため、資材の消費に伴う CO₂ 排出量が多い建築物である。建築物の耐久性を向上させ長寿命化が達成できれば、建て替え頻度を低くすることができ、結果的に資材の消費に伴う CO₂ 排出量を削減することができる。



鉄筋コンクリート造建築物の寿命に影響するコンクリートの耐久性を低下させる原因は、以下の2点が挙げられる。

- ① 鉄筋により拘束されたコンクリートが乾燥する際に収縮することによって、ひび割れが発生し強度低下が起こる。
- ② さらにこのひび割れから大気中の二酸化炭素が進入することでコンクリートの中性化が進み、内部にある鉄筋の腐食が促進される。

コンクリートの乾燥収縮低減剤は、混和剤として生コンクリート製造時に水と同時に添加される。乾燥収縮低減剤の役割は、コンクリート内部の水分が蒸発する際に発生する毛細管張力を低下させることで乾燥による収縮を低減させ、コンクリートのひび割れ発生を抑制することであり、その効果により鉄筋コンクリートの耐久性の向上につながり、鉄筋コンクリート造建築物の寿命を伸ばすことができる。

本事例では乾燥収縮低減剤を使用して耐久性を向上させたマンションの長寿命化による CO₂ 排出削減貢献を定量的に把握するために cLCA による評価を行った。

①CO₂ 排出削減貢献の内容

乾燥収縮低減剤は、コンクリートの耐久性を向上させることができ、マンションの寿命を延ばすことができるため、マンションの建て替え回数を減らすことができ、マンションの建設時に使用される資源の節約につながる。

②コンクリートの耐久性向上のために使用される主な薬剤

- ・ 乾燥収縮低減剤（特殊ポリオキシアルキレングリコール誘導体）
- ・ 高性能 AE 減水剤（ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤）
- ・ 減水剤（リグニンスルホン酸塩）

2. バリューチェーンにおけるレベル

本事例は乾燥収縮低減剤を使用することによって耐久性を高めたマンションと通常のマンションを対象としたものであり、そのバリューチェーンを下図に示す。



図 63. 本事例のバリューチェーン

3. 製品の比較

本事例は、異なる化学品を用いて建設したマンションを比較したものである。評価対象製品はコンクリートに乾燥収縮低減剤を使用して建築したマンション、比較製品は通常の減水剤を使用して建築したマンションある。どちらの製品もマンションのライフサイクルを考慮して CO₂ 排出量を算定した。ただし、マンションの使用期間において住居内で使用される空調、照明、調理、電気機器等のエネルギー消費に伴う CO₂ 排出量は対象としていない。

表 66. 評価対象製品と比較製品

評価対象製品	比較製品
高耐久性マンション	通常のマンション

4. 機能単位

4.1 機能及び機能単位の詳細

本事例は使用期間（サービス寿命）の異なるマンションの比較であり、評価対象製品と比較製品においてマンションの建設に使用される資材や解体後の廃棄物の発生量に違いが生じる。機能単位は評価対象製品と比較製品を同一期間内において比較するために 100 年間の住居空間 1 戸とした。

耐久性マンションを使用することによって便益を受けるユーザーはマンションの管理者・所有者である。

- ・機能
鉄筋コンクリート集合住宅の提供
- ・機能単位

100年間の住居空間1戸

・ 便益を受けるユーザー

マンションの管理者・所有者

4.2 品質要件

評価対象製品と比較製品はコンクリートの耐久性に違いがあり、サービス寿命が異なるものの最終製品である住居用マンションとしては同じ機能を発揮するものである。評価対象製品に使用されるコンクリートは、建築工事標準仕様書（JASS5 鉄筋コンクリート工事・日本建築学会）に基づく計画供用期間の級とコンクリートの耐久設計強度基準強度及びそれに応じる品質基準強度を有するものである。品質基準強度は、大規模補修不要予定期間が100年である長期供用級の場合、耐久設計強度基準強度は30N/mm²、品質基準強度は33 N/mm²と定められており、評価対象製品である高耐久性マンションはJASS5に基づく長期供用級のコンクリートを使用したものである。

4.3 製品のサービス寿命

本事例では評価対象製品である高耐久性マンションの大規模補修不要予定期間である100年をサービス寿命とした。

4.4 時間的基準と地理的基準

CO₂排出量の算定に用いたデータは2011年のデータを使用した。2020年の需要は住宅着工件数の見込み（経産省資料）をもとに2010年実績の2/3とした。

CO₂排出削減貢献量は、対象年(2020年)1年間に製造された製品をライフエンドまで使用した時のCO₂排出削減貢献量を算定した。

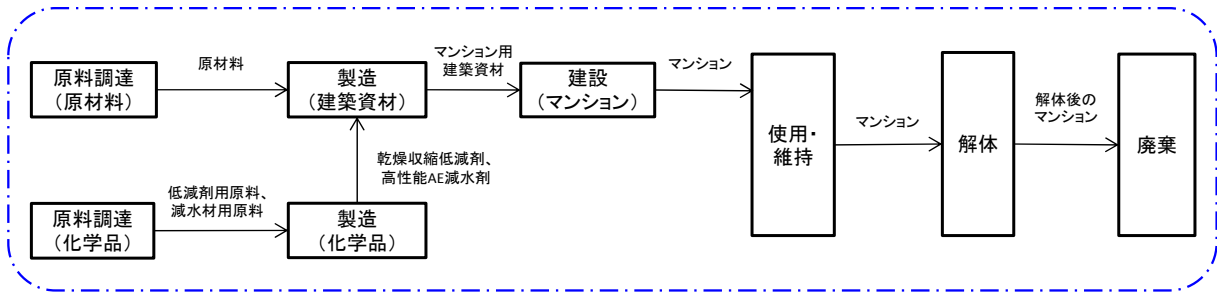
対象地域は日本とした。

5. 算定の方法論

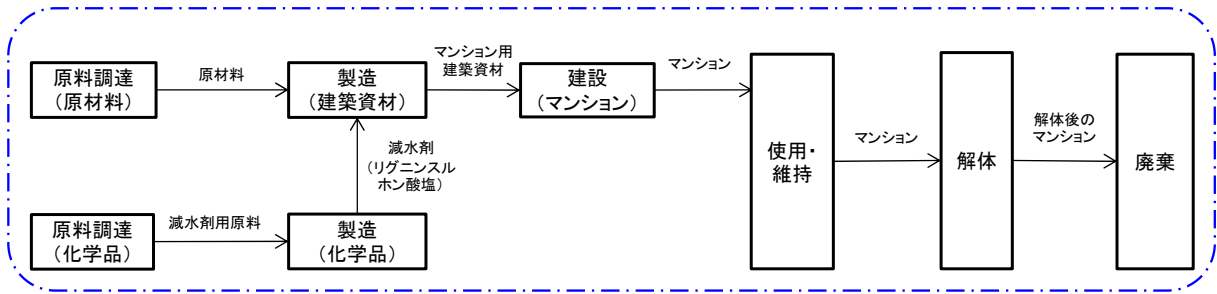
5.1 システム境界

評価対象製品と比較製品の双方について、原料採取～製造（建設）、使用・維持管理、廃棄の段階で高耐久性マンションと通常のマンションのライフサイクルにおけるCO₂排出量をシステム境界に含む。ただし、居住期間（100年間）におけるエネルギー消費（冷暖房、調理、照明、電気機器など）に伴うCO₂排出量は算定の対象外とした。

【評価対象製品のシステム境界】



【比較製品のシステム境界】



注：本図ではプロセス間の輸送を省略している。

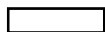

 CO₂排出量を考慮しているプロセス
 システム境界

図 64. システム境界

5.2 前提条件

- ・評価期間（使用期間・製品寿命）

高耐久性マンションは 100 年間使用して廃棄、通常のマンションは 50 年間使用して廃棄したのち建て替え、さらに 50 年間使用して廃棄する。マンションの仕様（広さ、構造、断熱機能など）は同一とし、通常のマンションにおける 50 年後の建て替え時にも、同等の機能のマンションに建て替えることとする。

高耐久性マンションの寿命 : 100 年⁷⁶⁾ (長期供用級)

通常のマンションの寿命 : 50 年⁷⁷⁾ (鉄骨造共同住宅)

表 67. マンションの仕様⁷⁸⁾

地域	東京近郊
構造	RC 造
延床面積	7280.85m ²
階数	地上 9 階
戸数	88 戸

5.3 主要パラメータ

CO₂ 排出量全体に与える影響が大きい主要パラメータは、マンションのサービス寿命である。

5.4 不確実性と将来的進展シナリオの統合

シナリオ分析：将来何の変化もおこらないと想定（2010 年のデータを使用）した 2020 年の CO₂ 排出量の算定をベースケースとした。

6. 貢献の度合い（重要性）

乾燥収縮低減剤をコンクリートに使用することによってマンションのサービス寿命を 100 年間に伸ばすことができ、マンションの建設に使用される資材消費に伴う CO₂ 排出量と廃棄に係る CO₂ 排出削減に貢献している。ただし、CO₂ 排出削減貢献量は、化学産業だけに帰属しておらず、原料調達からマンションの利用者を通じたバリューチェーン全体に帰属している。

7. CO₂ 排出量の算定結果

評価対象製品と比較製品のライフサイクルにおける CO₂ 排出量⁷⁸⁾を表 65 に示す。

評価対象製品 1 戸あたりのライフサイクルにおける CO₂ 排出量は 271,376 kg-CO₂、比較製品は 308,174 kg-CO₂ である。

●建築に伴う CO₂ 排出量

評価対象製品 1 戸あたりの建築に伴う CO₂ 排出量は 88,379 kg-CO₂、比較製品は 164,635kg-CO₂ である。

●使用維持管理に伴う CO₂ 排出量

評価対象製品 1 戸あたりの使用維持管理に伴う CO₂ 排出量は 176,279kg-CO₂、比較製品は 133,057kg-CO₂ である。

改修段階において高耐久性マンションのCO₂排出量が多い理由は、一般的なマンションの場合には、50年の建替によって改修は不要となることによるものである。

●廃棄・リサイクルに伴うCO₂排出量

評価対象製品1戸あたりの廃棄・リサイクルに伴うCO₂排出量は6,718kg-CO₂、比較製品は10,482kg-CO₂である。

・高耐久性マンション1戸当たりのCO₂排出削減貢献量

評価対象製品と比較製品のCO₂排出量の差から算出したCO₂排出削減貢献量は36,798kg-CO₂/戸となる。

表 68. マンション1戸当たりのCO₂排出量とCO₂排出削減貢献量（100年間）

	高耐久性 マンション	通常の マンション
建築に伴うCO₂排出量		
設計監理 (kg-CO ₂ /戸)	4,517	4,493
新築（建替含む） (kg-CO ₂ /戸)	79,974	159,948
混和剤 (kg-CO ₂ /戸)	3,888	194
使用維持管理に伴うCO₂排出量		
修繕 (kg-CO ₂ /戸)	58,073	58,073
改修 (kg-CO ₂ /戸)	104,571	61,349
維持管理 (kg-CO ₂ /戸)	13,635	13,635
廃棄・リサイクルに伴うCO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /戸)	6,718	10,482
ライフサイクル全体のCO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /戸)	271,376	308,174
CO₂排出削減貢献量 (kg-CO₂/戸)	▲36,798	

注1：修繕は屋根、外壁、外部開口部など外部仕上げに関する資材、内部床、内壁、内部開口部、天井などの内部仕上げに関する資材の修繕に係るCO₂

注2：改修は屋根、外壁、外部開口部など外部仕上げに関する資材、内部床、内壁、内部開口部、天井などの内部仕上げに関する資材の改修に係るCO₂

注3：維持管理は保安警備、衛生清掃、昇降機、電気機械設備関係などに伴うCO₂

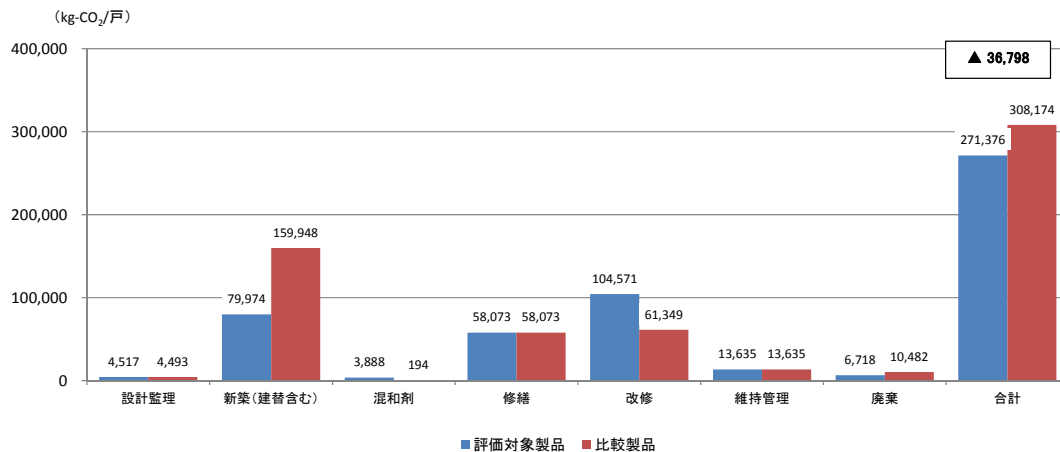


図 65. マンション1戸当たりのCO₂排出量とCO₂排出削減貢献量(100年間)

8. 今後の予測

本事例の2020年におけるCO₂排出削減貢献量は、以下の設定に基づいて算定した。

①マンション供給戸数 2010年で92,000戸⁷⁹⁾、2020年 61,000戸

2020年における新規住宅着工件数の見込み⁸⁰⁾は現在の2/3と設定すると、2020年における供給戸数の見込みは61,000戸となる。

②高耐久性マンション1戸当たりのCO₂排出削減貢献量 36,798 kg-CO₂/戸

③CO₂排出削減貢献量

$$\begin{aligned}
 & \text{高耐久性マンション1戸当たりのCO}_2\text{排出削減貢献量} \times \text{販売予想量} \\
 & = 36,798 \text{ kg-CO}_2/\text{戸} \times 61,000 \text{ 戸} \\
 & = 2,244 \text{ kt-CO}_2
 \end{aligned}$$

表 69. 2020年における評価対象製品によるCO₂排出削減貢献量

1) 2020年に建築される戸数		
・高耐久性マンションの建築戸数	(戸)	61,000
2) CO ₂ 排出削減貢献量(100年間)		
・1戸あたりのCO ₂ 排出削減貢献量	(kg-CO ₂ /戸)	▲36,798
・2020年に建築される高耐久性マンションによるCO ₂ 排出削減貢献量	(万トン-CO ₂)	▲224

評価対象製品 1 戸の CO₂ 排出量は 271,376kg-CO₂ である。2020 年における供給戸数の見込みは 61,000 戸であることから、CO₂ 排出量の総量は 1,655 万 t-CO₂ (271,376kg-CO₂/戸×61,000 戸=16,553 kt-CO₂) となる。

9. 調査の限界と将来に向けた提言

本事例は乾燥収縮低減剤を使用した大規模補修不要予定期間が 100 年である長期供用級の地上 9 階建て、延床面積 7280.85m²、88 戸のマンションの CO₂ 排出量を評価したものであり、今後の予測は 2020 年の需要予測に基づいて CO₂ 排出削減貢献量を算定したものである。したがってマンションの規模、コンクリート使用量が異なる場合は個別の評価が必要であり、その結果によっては CO₂ 排出削減貢献量の算定結果に違いが生じる。

【参考文献】

76) 建築工事標準仕様書 (JASS5 鉄筋コンクリート工事・日本建築学会)

77) 財務省・PRE 戦略検討会

http://www.mof.go.jp/national_property/councils/pre/shiryou/221021_05.pdf

78) 日本建築学会「建築物の LCA 指針 (第 3 版)」 集合住宅事例を参考に算出

79) マンション供給戸数 (国交省資料)

<http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/torikumi/tenpu/H22stock.pdf>

80) 住宅着工件数の見込み (経産省資料)

http://www.meti.go.jp/policy/jyutaku/jyutaku_vision/files/20070423_06.pdf