



大阪・関西万博CUCO®-SUICOM ドーム外観（イメージ） © KAJIMA CORPORATION

サステナブルコンクリート

高炉スラグ微粉末が貢献し CO₂排出量を70%削減

100年をつくる会社



大阪・関西万博CUCO®-SUICOM ドーム施工状況（2024年6月撮影） © KAJIMA CORPORATION

建設場所は大阪・関西万博のシンボルとなるリング状の木造大屋根の外側で、西ゲート広場付近。環境教育の場として使われる。

鹿島建設(株)（以下、鹿島）は2025年日本国際博覧会(大阪・関西万博)会場に環境配慮型コンクリートドーム「CUCO®-SUICOM®ドーム」（クーコスイコムドーム 愛称：サステナドーム）を建設しています。CUCO-SUICOM ドームに使われているサステナブルコンクリート※は、普通セメントの代わりに高炉スラグ微粉末を使用することなどにより、従来よりも材料由来のCO₂排出量を70%削減。鉄づくりの副産物が、カーボンニュートラル社会に向けた新しい建設技術の確立に貢献しています。

※CUCO(クーコ)：Carbon Utilized Concreteからつくられた造語で、CO₂を活用するコンクリートをつくるという想いが込められている。NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)のグリーンイノベーション基金事業「CO₂を用いたコンクリート等製造技術開発プロジェクト」を受託した、鹿島建設(株)、デンカ(株)、(株)竹中工務店を幹事会社とする55団体で構成されるコンソーシアムの名称。CUCOには、日鉄高炉セメント(株)、日鉄セメント(株)も参画している。

※SUICOM(スイコム)：CO₂-Storage and Utilization for Infrastructure by Concrete Materialsの略称で、コンクリートが固まる過程でCO₂を吸い込み、固定化する技術。

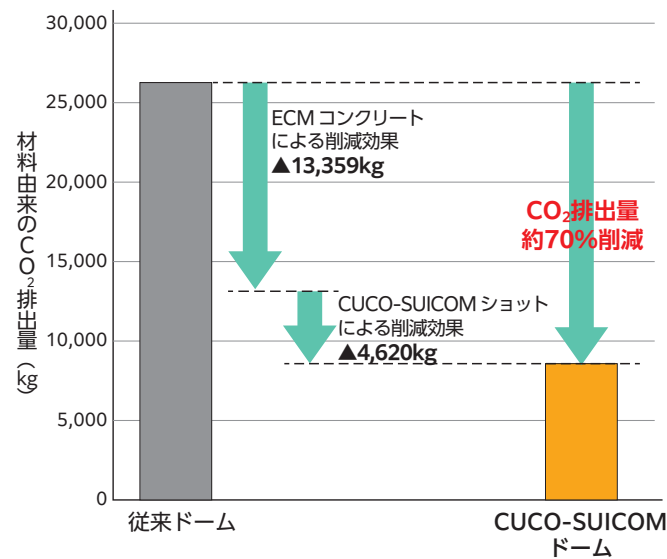
※サステナブルコンクリート：鹿島の環境配慮型コンクリートの総称

CUCO®-SUICOM ドームの特徴



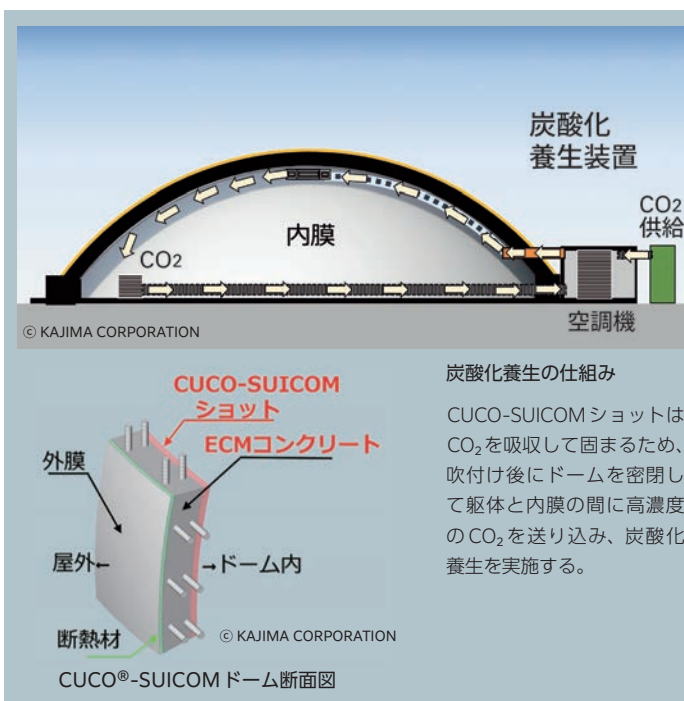
配筋(左)とCUCO®-SUICOMショット吹付け(右)の様子

膨張したドーム内部に断熱材などを施工した後に鉄筋を配置し、その後ECMコンクリート、CUCO-SUICOMショットの順で吹き付け、鉄筋コンクリート造ドーム躯体を構築する。



コンクリート由来のCO₂排出量削減効果

従来のコンクリートと同等の施工性や躯体強度を確保しつつ、ECMコンクリートで約13.4トン、CUCO-SUICOMショットで約4.6トンのCO₂を削減、吸収・固定し、構造物全体で材料由来のCO₂排出量を約70%削減。



鹿島技術研究所

閑田 徹志 副所長(右)

坂井 吾郎 主席研究員(左)

低CO₂化への2つのアプローチ

建設業で排出されるCO₂は、全産業のCO₂排出量の約4割を占め、建設資材のなかではコンクリートの製造時に発生するCO₂が最も大きな割合を占めるもののひとつです。これはコンクリートの主な材料であるセメントの製造に由来し、石灰石を高温で燃焼させ脱炭酸とよばれる化学反応を伴うことから大量のCO₂が排出されています。鹿島ではセメント使用量の低減などに着目し、CO₂の削減に貢献するサステナブルコンクリートの開発に取り組んでいます。

「普通セメントの代わりに高炉スラグ微粉末を使用したECM(エネルギーCO₂ミニマムコンクリート®)は、CO₂低減の費用対効果の高さから、実用的な低炭素コンクリートの決定打、切り札と言えます」と話す閑田徹志 鹿島技術研究所副所長。ECMコンクリートはコンクリートを製造する際のCO₂排出量を60〜70%削減することができますが、さらなるCO₂削減のためにも一つのアプローチを研究していました。「Y・C₂S(ガンマ・シー・エス)というCO₂と反応して固まる材料をコンクリートに混ぜることで、コンクリートの材料由来のCO₂排出量を、さらに削減することが可能になりました。

そのY・C₂Sを用いたコンクリートの改良を行い、CO₂を吸収して固まるCUCO-SUICOMショットを開発しました」(閑田副所長)

世界初の環境配慮型コンクリートドーム

現在、大阪・関西万博会場で建設中のCUCO-SUICOMドーム(愛称: サステナドーム)の躯体に吹付け施工用のECMコンクリートとCUCO-SUICOMショットを用いることで、従来の吹付けコンクリートと比較し、材料由来のCO₂排出量を構造物全体で70%削減することに成功しました。

さらに新しい建設技術として、CUCO-SUICOMドームの躯体にはKTドーム®工法が採用されています。KTドームは、国内の工場で作したドーム型のポリ塩化ビニル(PVC)膜に空気を送り込んで膨らませ、これを型枠として内側に配筋を行い、コンクリートを吹き付けることで躯体を構築していきます。そのため、施工中に天候の影響を受けにくく、安定した環境の下、スピーディーで低コスト施工を実現します。

「ドームの内側にCUCO-SUICOMショットを吹き付けたあと、CO₂を内部に充填させることで、CO₂を強制的に吸収・固定させる炭酸化養生を行いました。実際の工事では内側にも一つの膜のドームをつくって、CO₂を充填する体積を減らし、効率的に高濃度のCO₂環境をつくれるようにしています」(坂井吾郎主席研究員)

「山岳トンネル工事などで使用される通常の吹付け用コンクリートには、剥がれ落ちることを防止するために急結剤と呼ばれる薬剤を混ぜますが、吹付け直後に瞬時に固まるため、鉄筋コンクリートの施工には適していません。そのため薬剤を使わず、粘度などを調整して吹付けに適したECMコンクリートやCUCO-SUICOMショットの開発が必要でした。鹿島が保有する知見とノウハウにより材料と調査を工夫しました」(閑田副所長)

これらの技術は鹿島技術研究所(東京都調布市)で2024年3月に試験施工を完了し、世界で初めて環境配慮型コンクリートドームの建設技術確立しています。

日本の高炉スラグは「ダイヤモンド」

一般の建築物や土木構造物でも今後、サステナブルコンクリートのニーズが高まっていくものと予想されます。

「実は現在、炭酸化のための原料として、副産物起源ではありますが工業用に精製・流通している高価なCO₂を使用しています。CUCO-SUICOMが普及するためには安価なCO₂の供給が重要になります。今後、製鉄所の製造過程などからCO₂を効率的に回収し、利用できるようにする技術とシステムの確立に期待を寄せています」(坂井主席研究員)

「日本の高炉スラグは海外に比べて「ダイヤモンド」といっても良いくらい品質が安定しています。今後、安定供給を願っています」(閑田副所長)

建築・土木分野の基盤材料として欠かせないコンクリート。つくるときだけでなく、使えば使うほどCO₂を削減できるようなサステナブルコンクリートの開発・普及に、これからも鉄づくりの副産物である高炉スラグが貢献していきます。