

= 令和5年度 3R先進事例発表会 =

生コンクリートスラッジ水高度利用システムの開発

令和5年10月20日（金）

- 勝部 英一 : 株式会社北川鉄工所（グループ代表/発表者）
- 新 大軌 : 島根大学 学術研究院
- 塚田 雄一 : 東亜ディーケーケー株式会社
- 砂田 栄治 : 株式会社まるせ
- 城國 省二 : 広島地区生コンクリート協同組合

【生コン工場】

- ・国内工場数：3,052工場（2023年6月末現在）
- ・生コン出荷量：74,452千m³/年（2022年度）

生コン工場は
全国に普及



北川鉄工所の主な納入先

【生コン工場の課題】

- ・建設現場で使用されずに戻って来る残コン・戻りコンの発生が常態化
- ・残コン等の溶解処理、設備の洗浄に伴いセメントを含んだ**生コンスラッジ水が大量に発生**

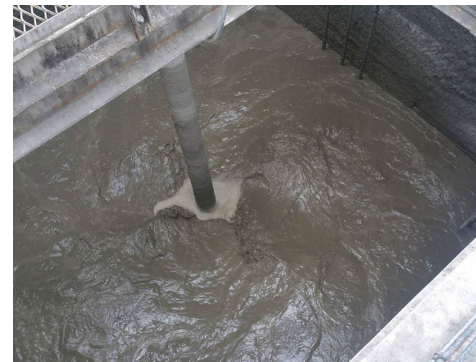
【生コン出荷】



【残コン処理・設備の洗浄】



【生コンスラッジ水の発生】



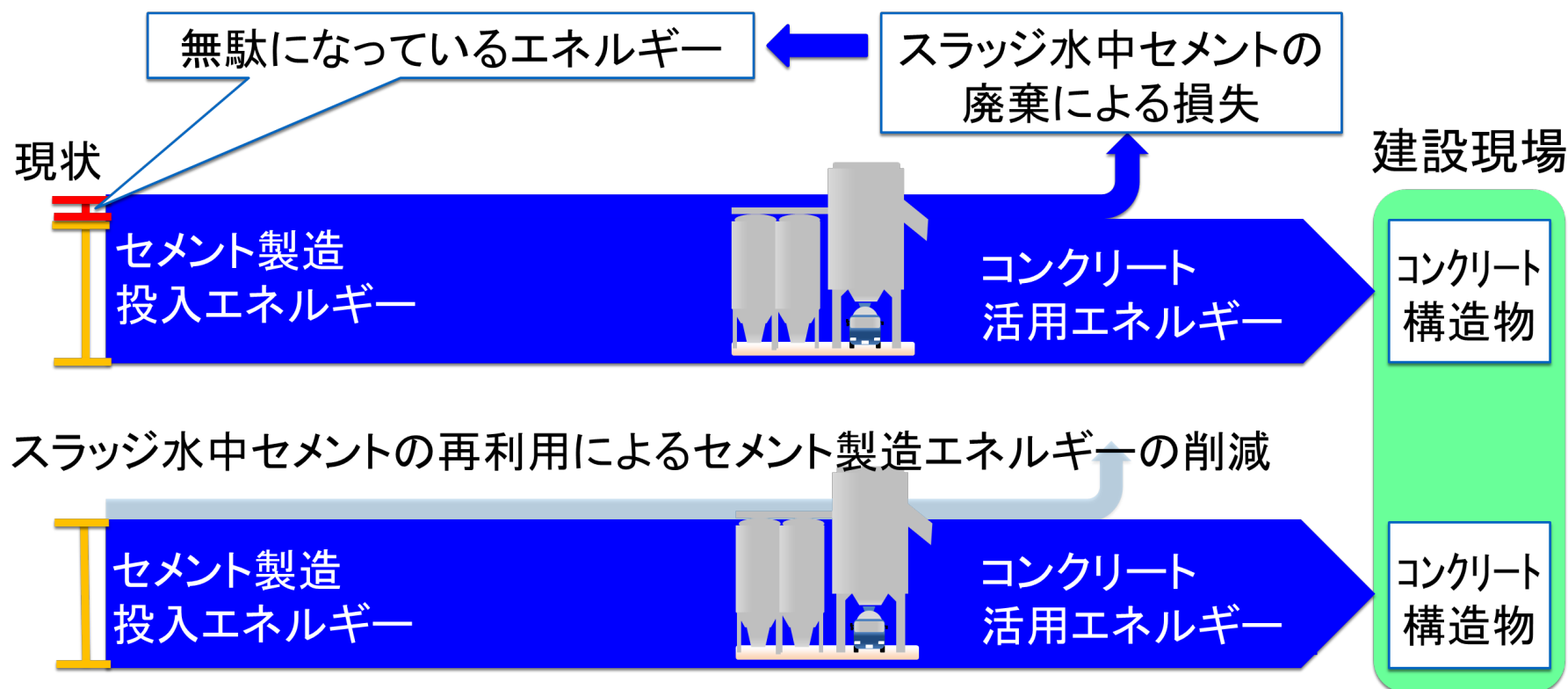
生コン出荷量当たりの
スラッジ水発生量（乾重量）
工場平均 **15.4kg/m³**
（単位セメント量の4.5%相当）

生コンスラッジ水

- ⇒ 年間発生量は業界全体で約115万t（乾燥ベース）
- ⇒ 主成分はセメントで多くが廃棄

生コンスラッジ水高度利用（セメント再利用）による廃棄物

およびセメント製造エネルギーの削減



建設現場
セメント製造で投入されたエネルギーが無駄に
セメント製造段階のCO₂発生が増加要因

高度利用によるセメントの再利用
セメント製造段階のCO₂発生削減へ

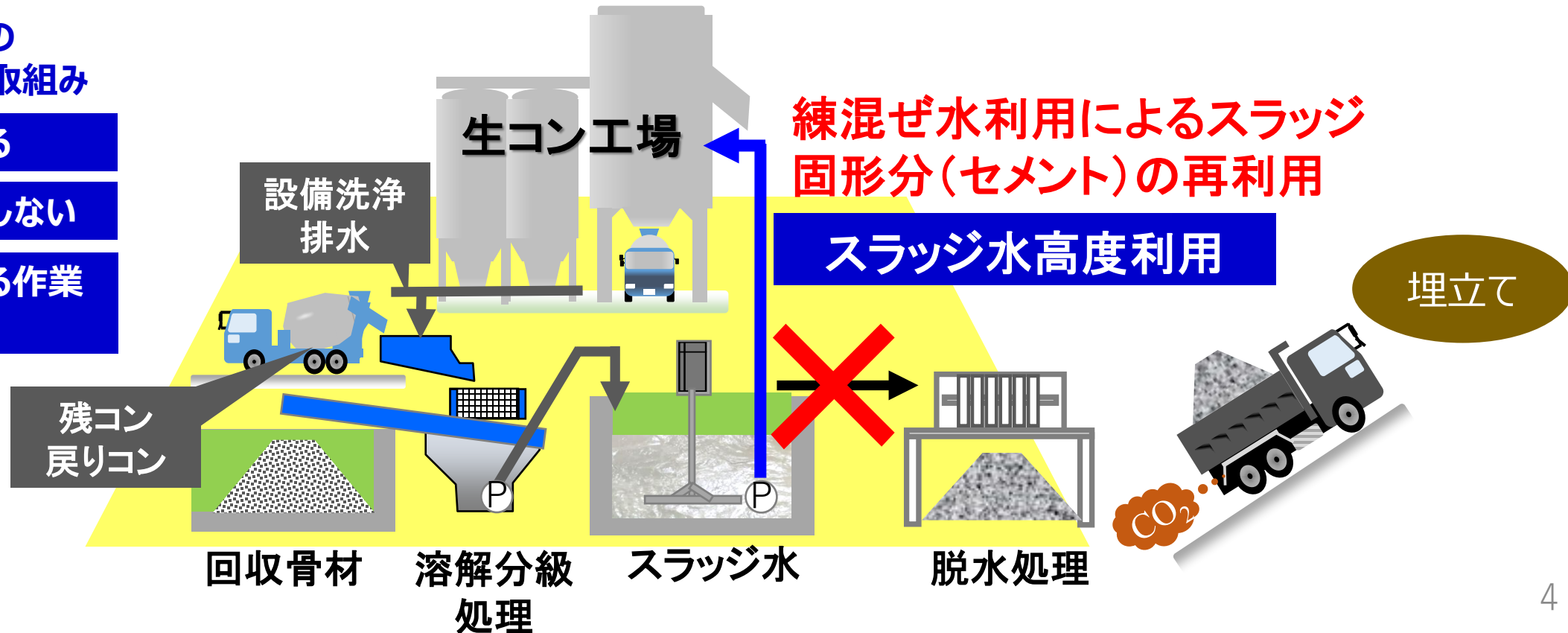
- 凝結遅延（安定）剤でスラッジ水中のセメント水和反応を抑制（安定化スラッジ水の製造）
- スラッジ水を練混ぜ水に使用する過程で、含まれるセメントを翌日以降の生コン製造に再利用
- 現行のJIS規定におけるスラッジ固形分使用基準の3%を超えて6%の使用を可能に
- 発生するスラッジ水の全量使用を実現

コンクリート分野の SDGs に向けた取組み

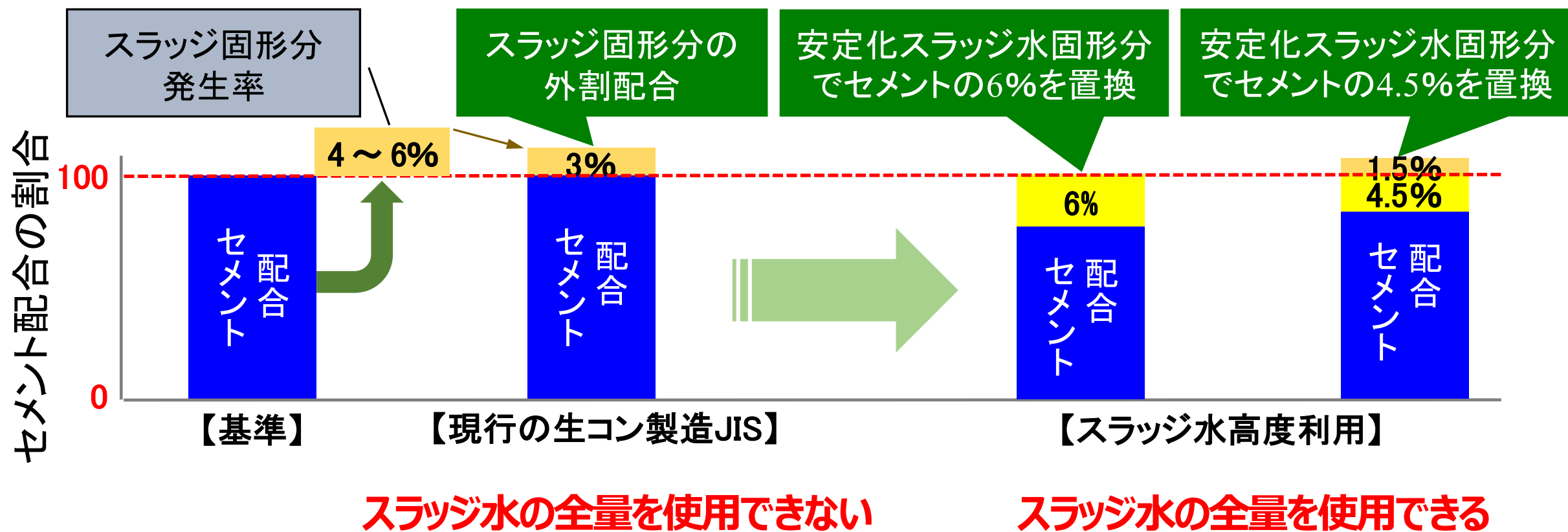
廃棄物を削減する

セメントを無駄にしない

廃棄処理に関わる作業
負荷を低減する



高度利用によるスラッジ固形分のコンクリート材料への全量使用



生コンスラッジ水中のセメントを再利用するための課題

- 練混ぜ水使用時にスラッジ水中のセメント活性の状態を把握する手段がない
⇒ 再利用したセメントが、生きているか死んでいるか分からない
- コンクリートの硬化に影響する凝結遅延成分の残存量が不明

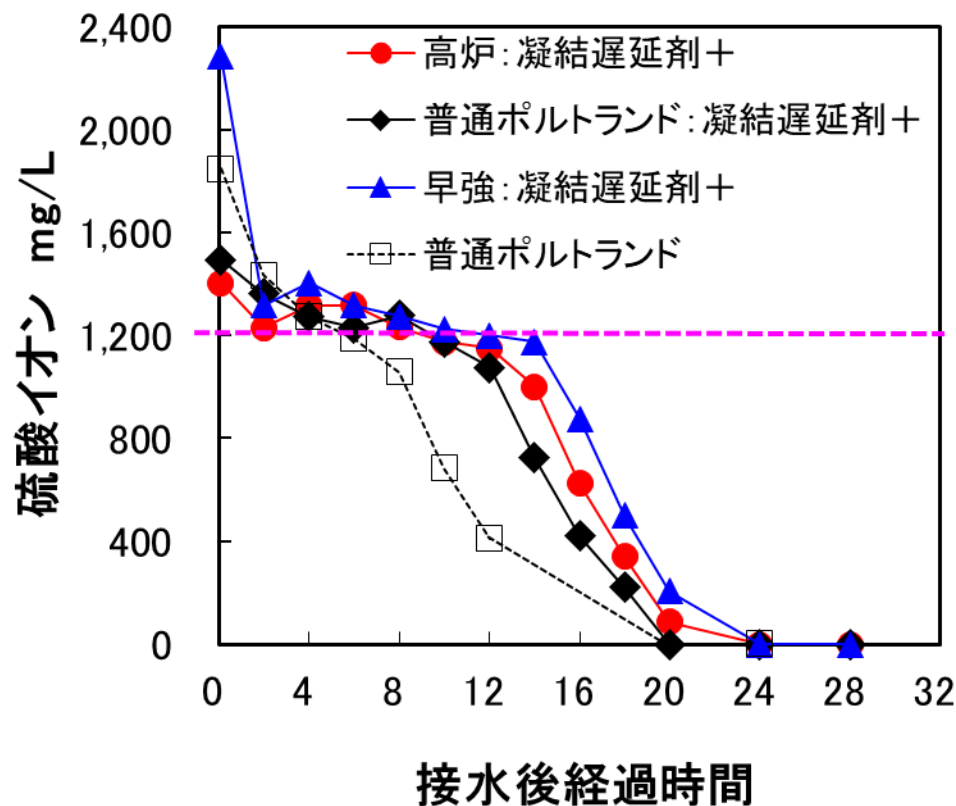


スラッジ水中のセメント活性をリアルタイムに把握する技術を確立

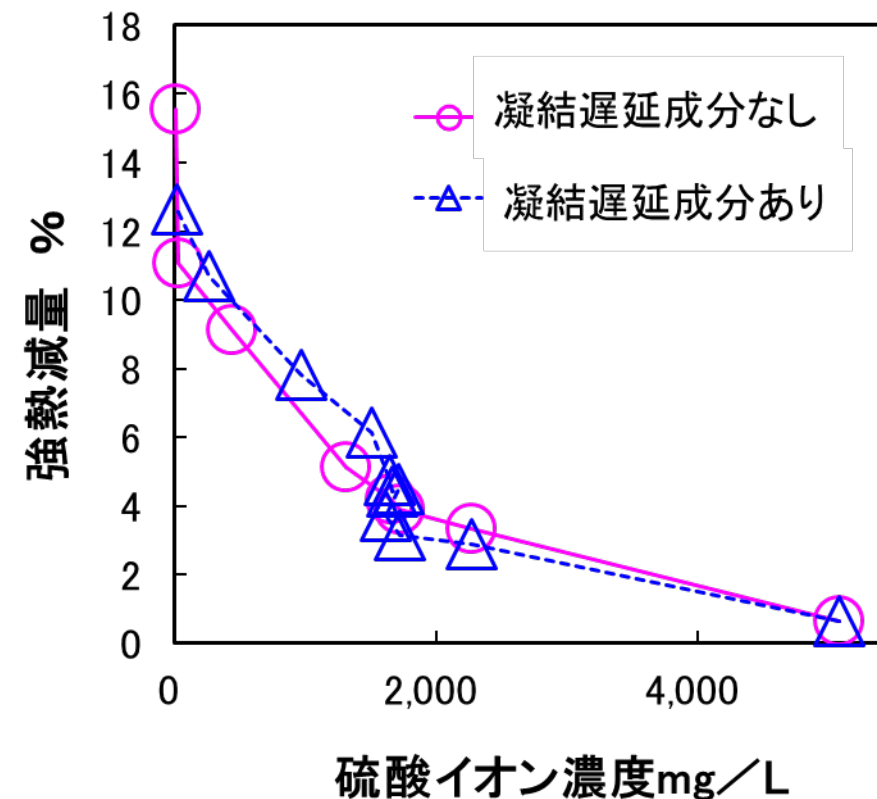
- スラッジ水液相中の硫酸イオン濃度とセメント活性に相関があることを発見
- 硫酸イオンと凝結遅延成分（グルコン酸）濃度の同時測定を開発

スラッジ水液相中の硫酸イオン濃度とセメント活性の関係

【スラッジ水中の硫酸イオン濃度の変化】



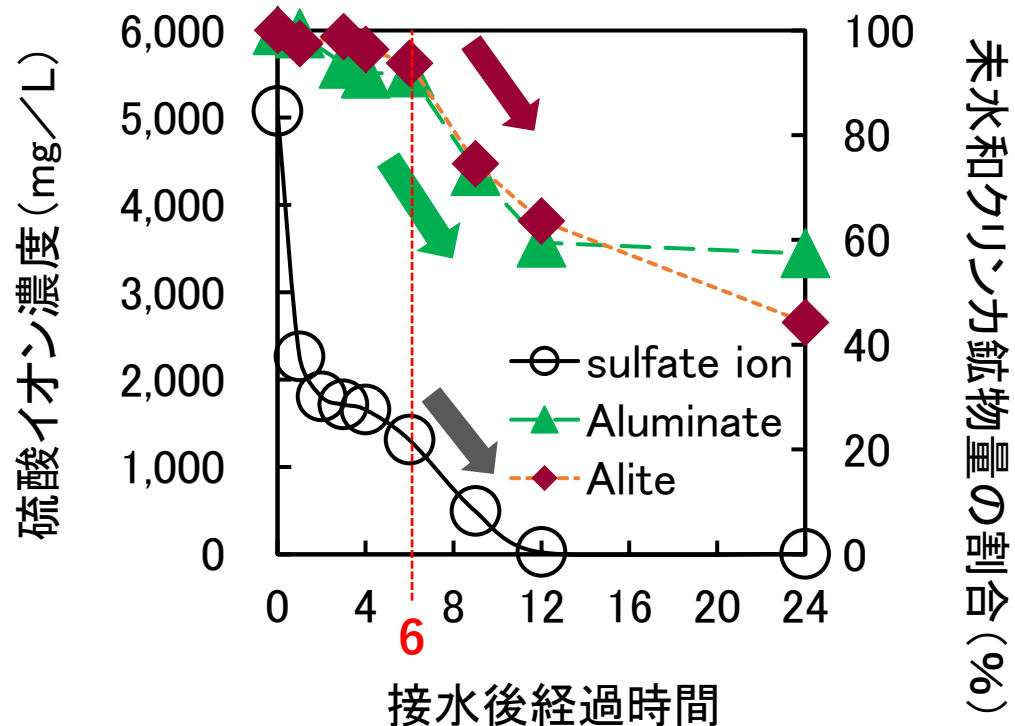
【硫酸イオン濃度と強熱減量の関係】



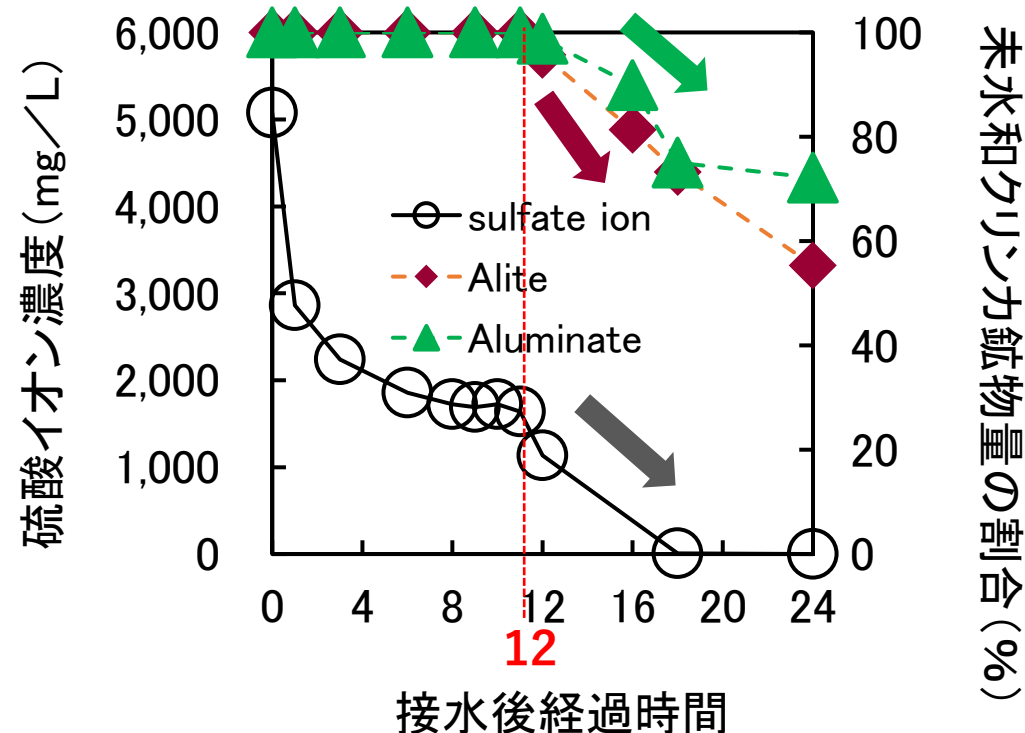
硫酸イオン濃度とセメントの水和反応には相関性がある

スラッジ水液相中の硫酸イオン濃度とセメント・クリンカ鉱物の水和反応の関係

【凝結遅延成分(グルコン酸)添加なし】

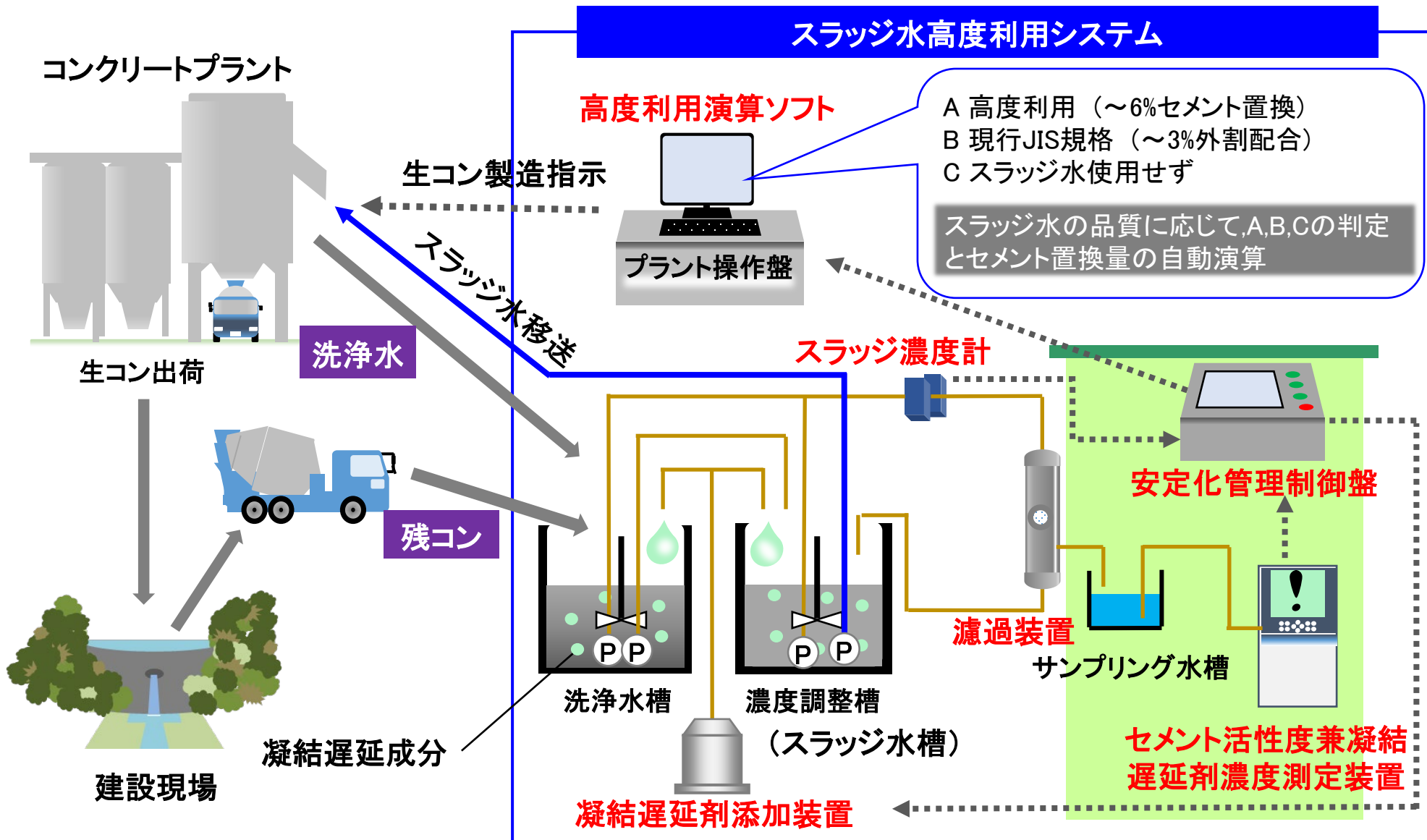


【凝結遅延成分(グルコン酸)添加】

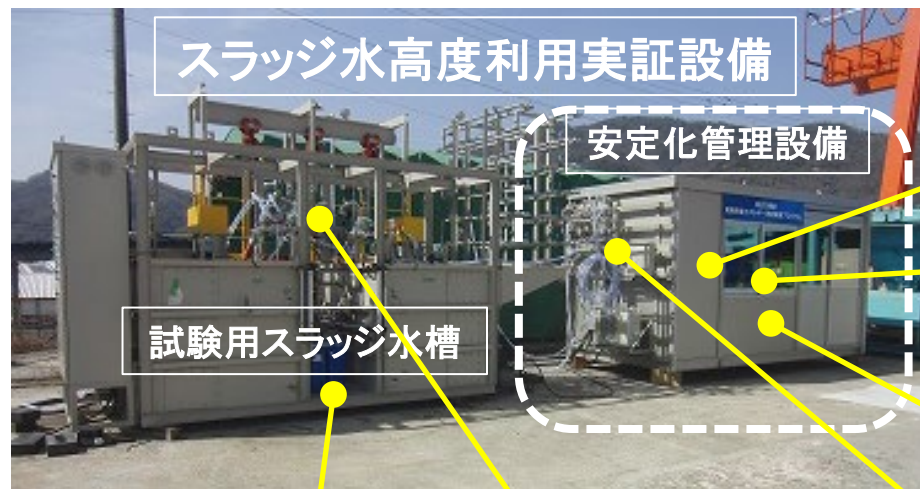


クリンカ鉱物レベルでも液相中の硫酸イオン濃度と水和反応は関連性がある
⇒ スラッジ水中のセメント活性の評価に硫酸イオン濃度が使用できる

【スラッジ水高度利用システム設備フロー】



スラッジ水高度利用システム実証設備の製作 (NEDOプロジェクト)



サンプリングシステム



セメント活性度兼凝結遅延成分測定装置



安定(凝結遅延)剤添加装置



スラッジ水自動濃度計

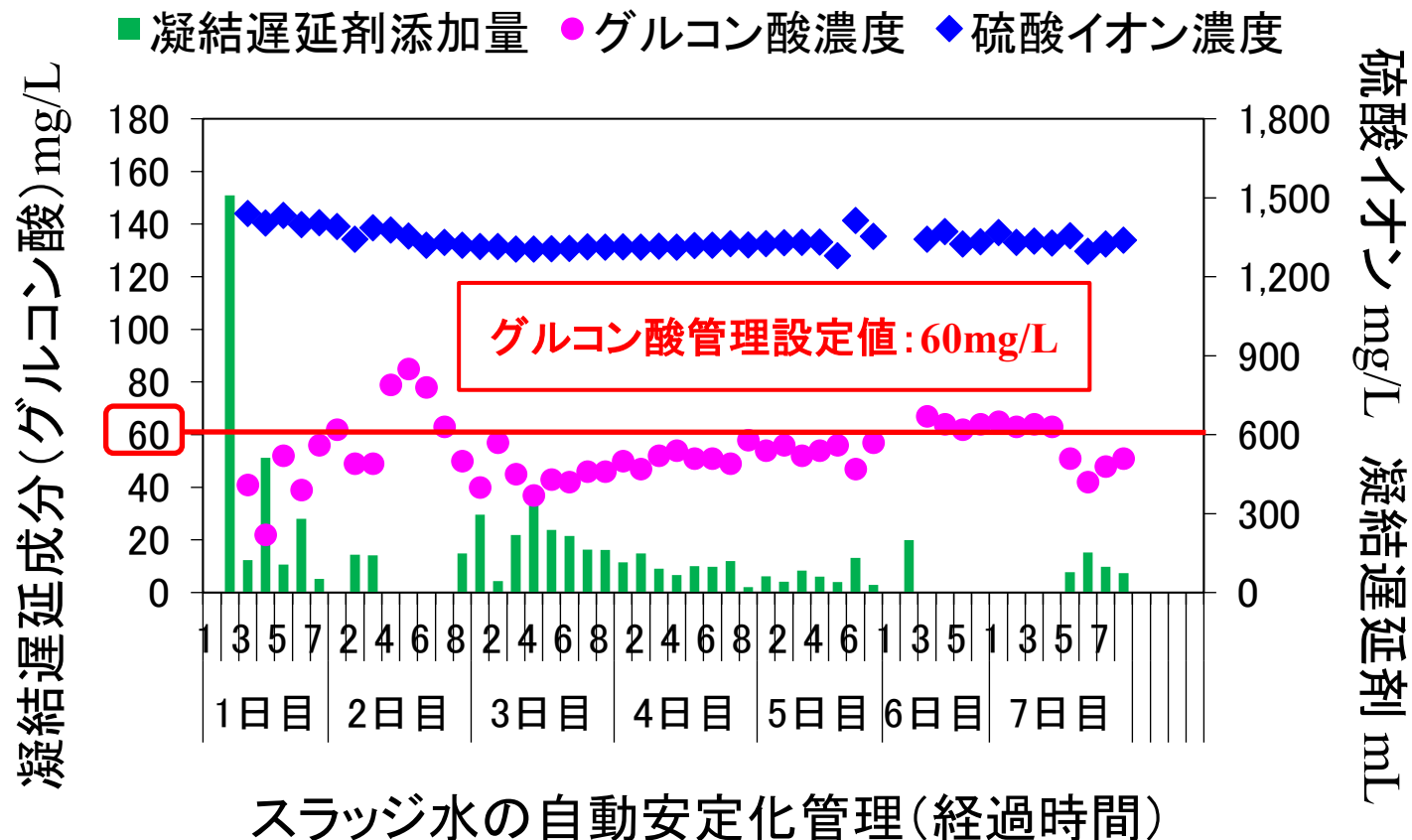
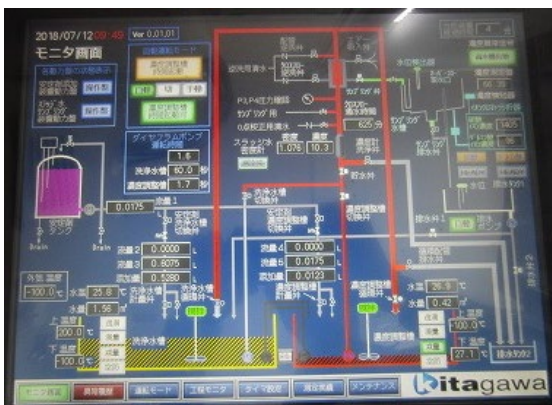


クロスフロー濾過装置



スラッジ水高度利用安定化管理制御盤

スラッジ水安定化管理設備による自動安定化管理



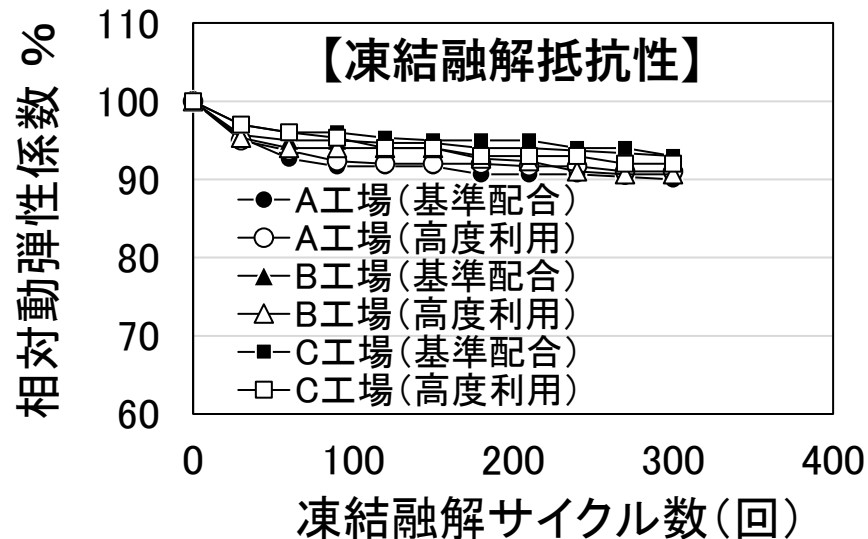
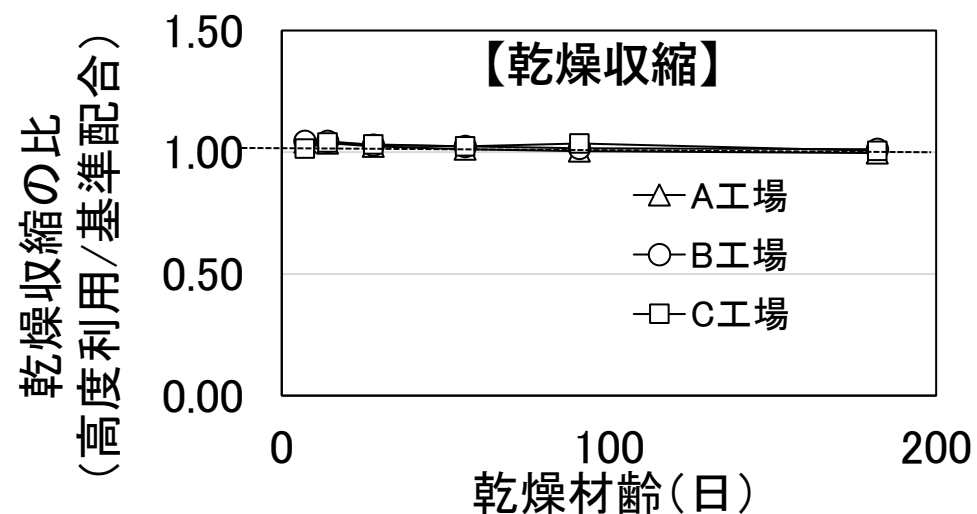
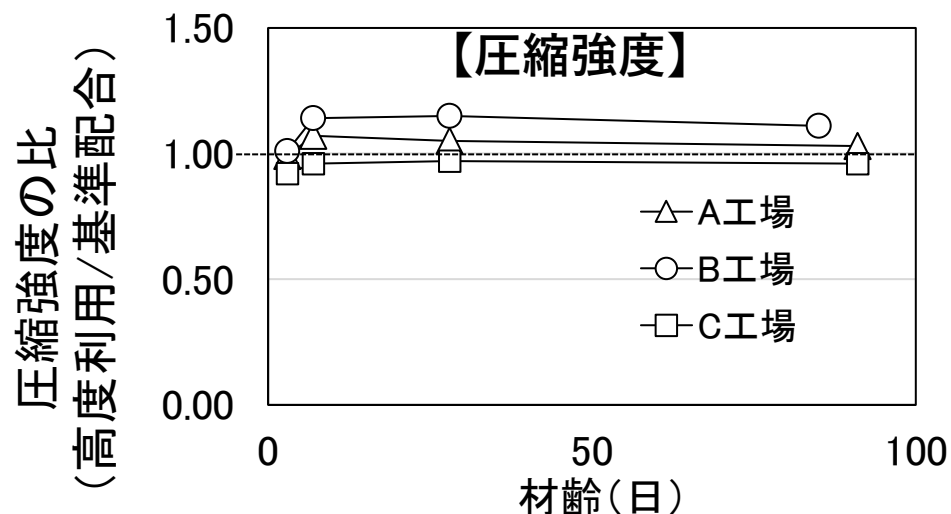
液相中の凝結遅延成分 (グルコン酸) 濃度 ● が常に60mg/L になるよう凝結遅延成分を自動添加
 ⇒ 硫酸イオン濃度 ◆ を1週間維持 = セメント水和反応の進行を1週間抑制

スラッジ水高度利用システム・セメント置換の実証試験

【コンクリート試験：単位セメント量の6%をスラッジ固形分（5日間活性を維持したセメント）で置換】

生コン工場	気候条件	凝結遅延剤 (グルコン酸) 管理濃度	スラッジ水 安定化管理 日数	試験区	単位量(kg/m ³)					
					セメント	スラッジ 固形分	水	砂 ₁	砂 ₂	碎石
A工場 (千葉県)	夏期 7月下旬	—	—	基準配合	333	—	170	455	383	972
		125mg/L	5日間	高度利用	313	20	170	455	383	972
B工場 (長野県)	標準期 9月初旬	—	—	基準配合	362	—	175	435	447	905
		75mg/L	5日間	高度利用	340	22	175	435	447	905
C工場 (宮城県)	冬期 12月上旬	—	—	基準配合	362	—	170	783	-	981
		25mg/L	5日間	高度利用	340	22	170	783	-	981

スラッジ水高度利用システム・セメント置換の実証試験結果



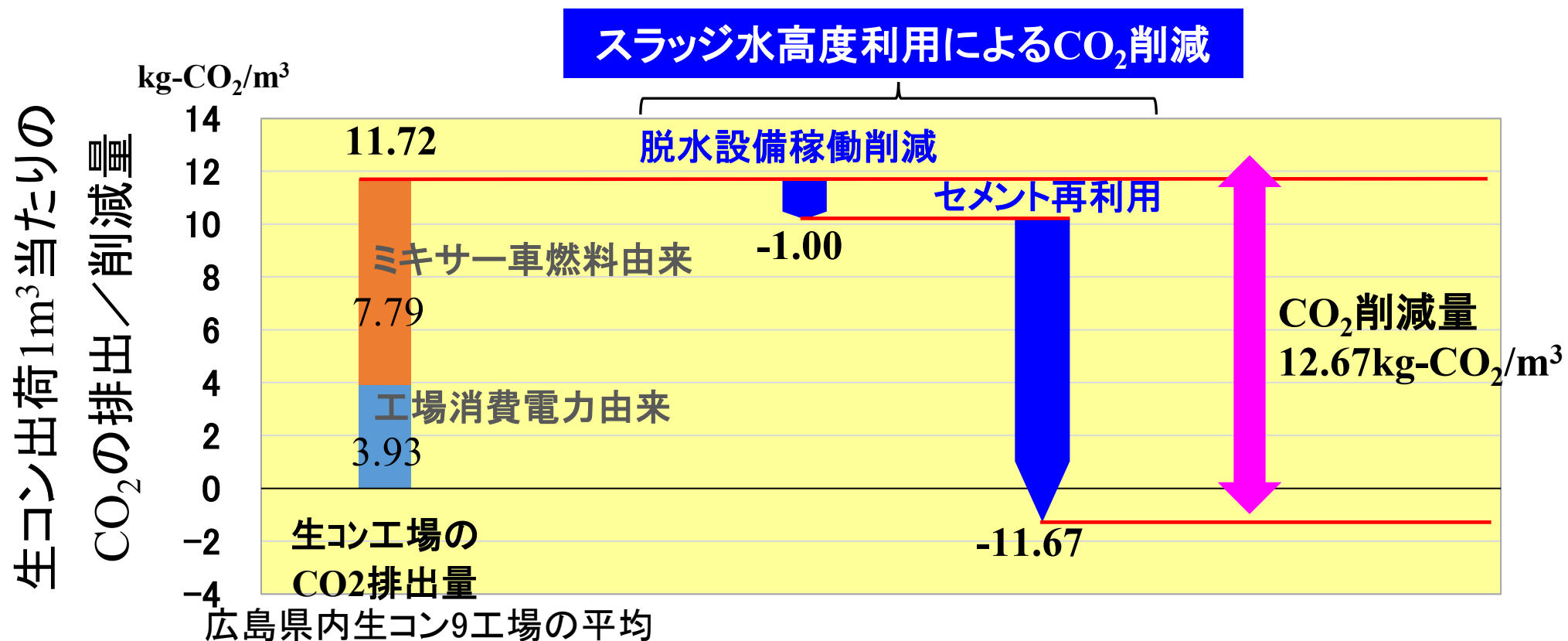
5日安定化管理したスラッジ水

練混ぜ水利用

スラッジ水固形分で単位セメント量の6%を置換

圧縮強度、乾燥収縮、凍結融解抵抗性等の評価試験の結果、基準配合と同等であり、セメントの再利用が可能であることを確認

生コン工場におけるCO₂の排出量とスラッジ水高度利用による削減量



高度利用の導入 ⇒ 生コンの製造・出荷に伴って発生するCO₂量を上回るCO₂削減に貢献

- ※ 生コン 1 m³当たりのスラッジ固形分発生量15.4kgをセメントとして再利用。
- ※ セメントのCO₂排出原単位 0.758kg-CO₂/kg を用いて算出。

【研究の成果】

- 生コンスラッジ水液相中の硫酸イオンとグルコン酸の濃度管理によるスラッジ水中のセメント活性の持続システムを開発した。
- 数日間活性を持続させたセメントがコンクリート製造に再利用できることを実証した。

【期待される効果】

- 回収骨材の利用と合わせ、生コン工場から発生する廃棄物を削減
 - エネルギーを投入し製造したセメントを結合材（セメント）として無駄なく利用
- ⇒建設分野における廃棄物およびCO₂排出量の削減に貢献

本研究は、NEDOの戦略的省エネルギー技術革新プログラム、国土交通省の建設技術研究開発助成制度の採択を受け、システムの開発、実用化検討を進めたもので、リサイクル技術開発本多賞の受賞につながる多くの成果を得ることが出来ました。両機関に、また両助成事業の遂行でご支援頂いた先生方に感謝申し上げます。