委員会報告 「コンクリートスラッジの有効利用研究委員会報告」

畑中 重光*1・鈴木 一雄*2

[委員構成]

委員長	畑中重光	三重大学工学部	副委員長	谷川恭雄	名古屋大学工学部
幹事	辻 正哲	東京理科大学理工学部	幹事	鈴木一雄	全国生コン工組連中央技術研究所
委員	浅野幸男	岐阜県生コン工組技術センター	委員	沼尾達弥	茨城大学工学部（庶務幹事）
	伊藤 司	千葉スミセ生コン㈱		平井 渉	青森県生コン工組技術研修センター
	岡沢 智	㈱ポゾリス物産		宮内修平	大阪府立産業技術総合研究所
	佐藤嘉昭	大分大学工学部（平7.3まで通信委員）		森濱和正	建設省土木研究所
	田口茂久	全国生コン工組連九州地区本部		森山容州	（社）セメント協会研究所
	棚野博之	建設省建築研究所		横室 隆	足利工業大学工学部
	寺石文雄	高知県生コン東部協組共同試験所		吉兼 亨	大有建設㈱
通信委員	今井益隆	（財）北海道生コン技術センター	協力委員	的場純一	建設省建設経済局
協力委員	本條秀樹（橋詰博樹）	厚生省産業廃棄物対策室		山崎耐之	通商産業省工業技術院標準部

1．まえがき

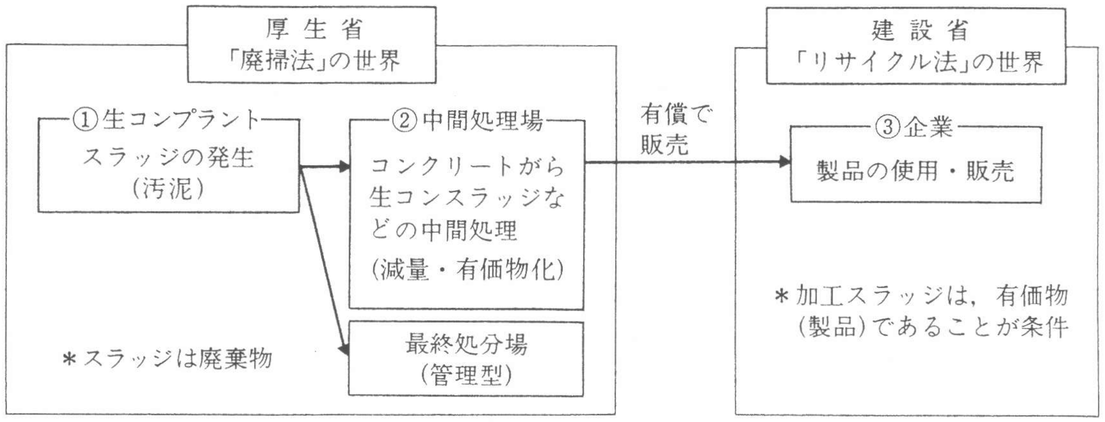
生コンプラントで発生するスラッジ水の多くは、自然乾燥または脱水ケーキ化された後、多額の処理費を伴って管理型の産業廃棄物として埋立て処分されるかプラント内外で適宜処理されているのが実状である。また、管理型廃棄物の処分場を将来にわたって確保・増設していくことは、極めて困難であり、生コンスラッジの再利用や処理方法の検討が望まれている。

日本コンクリート工学協会では、研究専門委員会の一つとして、平成６年６月に「コンクリートスラッジの有効利用研究委員会」を設置した。本委員会は、コンクリート工業界の将来をにらみ、環境保全、資源の有効利用という観点から、生コンスラッジの処理問題に関する調査・研究を行うことを目的としており、委員構成は産官学の各分野の22名より成る。研究活動期間は２年で３つのＷＧに分かれて実態調査（主査・鈴木一雄・全生連中央研究所長）、基礎物性（主査・谷川恭雄・名古屋大学教授）および有効利用（主査・辻正哲・東京理科大学助教授）について並行して研究を進めてきた。本報では、本委員会活動の概要を委員会報告書の内容を紹介する形でとりまとめる。

2．生コンスラッジ周辺の法体系のイメージ

本委員会活動の初期段階で全委員が得た共通認識の一つである「生コンスラッジと現在の法体系との関係」を紹介しておきたい。**図－１**は、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（通称、廃掃法、平成３年10月５日改正）」と「再生資源の利用の促進に関する法律（通称、リサイクル法、平成３年10月26日施行）」との関係の中で生コンスラッジがどのように取り扱われているかを示したイメージ図である（正確には、報告書の第７章を参照して頂きたい）。図は、協力委員である的場純一氏の談話に基づき作成したものであるが、図の不正確な部分はすべて筆者の責任である。「廃掃法の世界」から抜け出さないと、建設省では有効利用の対象とすることができない。我々が目指すべきは、この「リサイクル法の世界」であり、前者の世界から飛び出さなくてはいけないことが理解できる。ただし、生コンスラッジ対策の基本があくまでもその発生量を最小限に抑えることであることは言うまでもない。

*1 三重大学助教授 工学部建築学科、工博（正会員）
*2 全国生コンクリート工業組合連合会中央技術研究所所長、工博（正会員）



［図の説明］1）　生コンスラッジの処理能力を持つ中間処理場の設置（厚生省の許可が必要）がキーポイント
・各地区の生コン工組の指導が必要
・発生量と処理能力，流通ルートの検討が必要
・現在，この許可を得ている中間処理場はほとんどない
・生コンプラントで直接スラッジを有価物化すること（①→③）も可能だが現実には困難

2）　本研究委員会の活動は，とくに②～③のステップの効果的推進に寄与できる

図－１　生コンスラッジ周辺の法体系のイメージ図

３．委員会報告書の概要

３．１　目次

本委員会で取りまとめた「コンクリートスラッジの有効利用研究委員会報告書」［1］の目次を**表－１**に示す。以下、第３章と第６章の内容について要点のみ紹介する。

３．２　スラッジ処理の現状と問題点

（１）実態調査

調査は、全国生コンクリート工業組合連合会に依頼して、その傘下の生コンクリート工場（組合員総数の約1/7の工場にあたる490工場）を対象とした。調査依頼490件に対する回答数は432件で、回収率は88.2％であった。**表－２**は、最近のスラッジの発生量および廃棄費用について取りまとめたものである。調査結果の要点を以下に記す。

a)生コンクリート総出荷量の１億7500万m^3に対するスラッジ発生量（ウェットベース）の割合は1.72％となっている。

b)脱水機によってスラッジをケーキ化している生コン工場は、全体の約50％であるが、この方式は比較的大規模の工場で採用されている傾向がある。

c)スラッジのすべてを産廃業者に委託して処理したと仮定すると、総廃棄費用の推定値は、全国で１年間に約267億円にも達する。

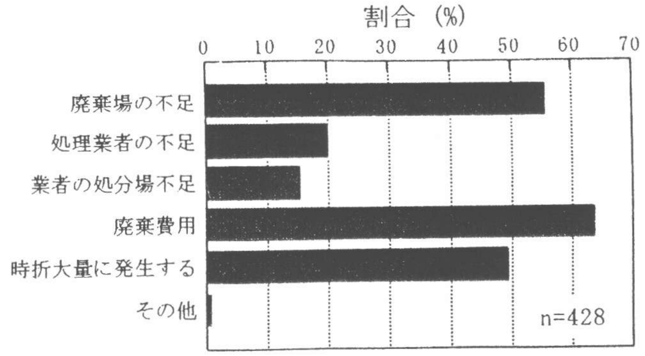
d)単位量あたりの廃棄費用は、流動性のあるスラッジの場合で約6,000円/m^3、機械脱水ケーキの場合で約10,000円/m^3（比重を1.5と仮定すれば、約6,700円/ｔ）と算定される。

図－２は、スラッジの処理に困っている場合について、その理由を取りまとめたものである。約半数の工場から廃棄費用の問題、廃棄場の不足、および発生量の不安定性の問題が指摘されている。ちなみに、産業廃棄物の最終処分場は、地域の生活環境の保全との調整等から新規立地が困難になってきており、その残余量は全国で2.3年分、首都圏では0.6年分（平成４年度厚生省調べ）といわれている。

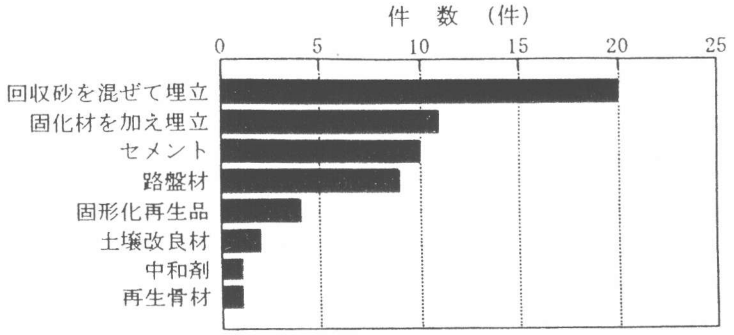
図－３は、スラッジの再利用を行っている場合について、その方法と実施件数をまとめたものである。生コンの製造に係わらないスラッジの再利用の方法として、埋立ての材料、セメントへの再生、路盤材への利用、プレキャストコンクリートの製造等が挙げられている。

表－１　委員会報告書の目次

１．まえがき
２．用語について
３．スラッジ処理の現状と問題点
　３．１　実態調査および共通実験結果
　３．２　スラッジ処理技術の現状
　３．３　スラッジ処理における問題点
　３．４　スラッジ発生量の低減対策
　３．５　スラッジに係わる特許
４．既往の研究
５．実験研究
　５．１　基礎実験
　５．２　有効利用のための実験
６．スラッジの有効利用に関する提言
　６．１　スラッジの有効利用について
　６．２　生コンクリートの練混ぜ水としての活用
　６．３　混和材料としての活用
　６．４　酸性ガスの中和剤としての活用
　６．５　路盤材としての活用
　６．６　その他の有効利用方法
７．スラッジ処理に係わる法律および規準
８．資料集
　８．１　アンケート調査結果
　８．２　特許一覧
　８．３　関連法規



図－２　スラッジ処理に困っている理由



図－３　スラッジの再利用方法と実施件数

（２）共通実験

スラッジ水の濃度管理状況とスラッジ固形分の組成を調査した。調査は、本委員会の生コン側委員が所属する地域の生コン工場を対象とし、東北４、関東２、中部４、四国１、九州14の計25工場について実施した。その結果、JIS A 5308附属書９に準じて求めた精密法による測定値と生コン工場が日常管理方法として採用している、センサ法、簡易法（ピクノメーター法）、質量法による測定値との相関は極めて高かった（相関係数0.978、標本数125）。ただし、スラッジ水の使用に対するユーザーのより高い信頼を得るには、個々の工場における、より積極的な濃度管理が必要となることについては論を待たない。

表－３は、スラッジ固形分の組成に関する調査結果を、1975年の調査結果（日本コンクリート会議・回収水研究委員会報告書）と比較したものである。両者の間に大きな差異は生じていない。このように、スラッジ固形分の組成に関しては比較的安定しているといえることから、この組成が重要視される分野での有効利用（例えば、６．４節の「酸性ガスの中和剤としての活用」）を考えるうえでは有用な情報といえよう。

表－２　スラッジの発生量および廃棄費用

	全体に占める割合 (%)	平均発生量 (m^3/月/工場)	総発生量※ (m^3/年)	平均廃棄費用 (万円/月/工場)	総廃棄費用※ (万円/年)
流動性のあるｽﾗｯｼﾞ	12.3	113	833,940	71.3	526,194
自然脱水したｽﾗｯｼﾞ	24.3	38.9	567,162	23.2	338,256
機械脱水ｹｰｷ	50.5	57.8	1,751,340	59.7	1,808,910
合　計	－	－	3,152,442	－	2,673,360

※表中総発生量および総廃棄費用覧の数値は、全国の生コン工場の総数を5,000工場として求めた。

表－３　スラッジ固形分の組成に関する調査結果の比較

項　　目	1975年調査(n=36)			1996年調査(n=25)		
	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値
ig·loss (%)	31.9	11.5	17.0	23.9	11.7	17.8
CaO (%)	49.1	21.3	40.7	47.9	30.9	40.2
(ig·loss+CaO)/CaO	1.73 ※	1.25	1.40	1.77	1.31	1.45
insol (%)	30.4	3.8	12.8	19.0	3.7	12.0
推定含砂率 (%)	52	6	19	34	5	18

※　異常値と思われるデータ（n=1）を除いた値

（３）発生量の低減対策

スラッジ発生量の低減対策として、残コン・戻りコンをそのまま固形化して再生利用（例えば、再生路盤材の原料として利用）する方法、アジテータ車ドラム内の付着コンクリートを凝結遅延させ、翌日の出荷生コンへ練り込む方法などが考えられる。３．４節では、後者の付着モルタルの利用について、JIS改正の動きも踏まえて取りまとめを行った。

（４）特許

全国生コンクリート工業組合連合会中央技術研究所、(社)セメント協会・研究所、セメントメーカー、化学混和剤メーカーで所有する合計42のコンクリートスラッジに関する特許公報および公開特許公報を分類し、３．５節では、その概要を紹介した。

３．３　スラッジの有効利用に関する提言

第６章では、前掲の**表－１**に示したように、主な有効利用方法について提言を行った。まず、６．１節では、スラッジの有効利用が可能と考えられる用途を、結合材、中和材および充填材としての利用分野に分類し、それぞれについて関連規準類との対応を調べた。スラッジから新しい製品を開発する際の参考資料となろう。

本報告書でとくに取りまとめた有効利用方法は、①練混ぜ水としての活用、②混和材料としての乾燥スラッジの活用、③酸性ガスの中和材としての活用、および④路盤材料としての活用である。以上のいずれの方法に関しても、法律面、技術面、経済面などにおいて健全な形で実用化がなされれば、一方法のみで全国のスラッジ発生量のほぼ全量が有効利用できるものと推測される。ただし、現実には、スラッジの発生と利用分野の地域性の問題が存在するため、これらの方法を当該地域の特性に合わせて適宜選択または組み合わせて実用化することが望ましいと思われる。また、個々の内容については、報告書［1］を参照頂きたい。

４．むすび

本報では、「コンクリートスラッジの有効利用研究委員会」の活動報告として、活動の概要、並びに委員会報告書の主な内容を紹介した。

最後に、本委員会活動に際し、惜しみなく貴重な時間とエネルギーを費やして下さった幹事をはじめとする委員各位に深く感謝申し上げます。また、生コンスラッジの実態調査に無償で全面的にご協力頂いた全国生コンクリート工業組合連合会の関係各位に深謝申し上げます。

［引用文献］

［1］日本コンクリート工学協会：コンクリートスラッジの有効利用研究委員会報告書、1996.6.