

骨材枯渇化への対応

—瀬戸内海の手砂採取禁止に伴う四国地区骨材資源対策—

梶 久夫

近年、生態系や環境保全の観点から、瀬戸内海における手砂の採取規制が強化され、手砂に代わる良質なコンクリート用細骨材の円滑な確保に対する要求が高まっている。

このため、国土交通省四国地方整備局及び四国4県（徳島県、香川県、愛媛県、高知県）では、平成12年度に四国地区骨材資源対策検討会及び技術委員会を設立し、代替材を円滑に確保していくための基本方針を策定するとともに、積極的活用に向けた普及への取組みとして、砕砂コンクリート使用のポイント等を作成した。

キーワード：骨材、代替骨材、資源枯渇化、手砂、フライアッシュ、スラグ、砕砂、砕砂コンクリート

1. はじめに

四国地区の建設工事では、これまでコンクリート用骨材などに手砂を広く用いてきた（図-1）。しかしながら近年、生態系維持や環境保全の観点から、瀬戸内海における手砂の採取規制が強化され、徳島県が昭和53年度から全面禁止しており、香川県が平成17年度から、愛媛県が平成18年度から、それぞれ手砂の採取禁止に踏切ることとしている。

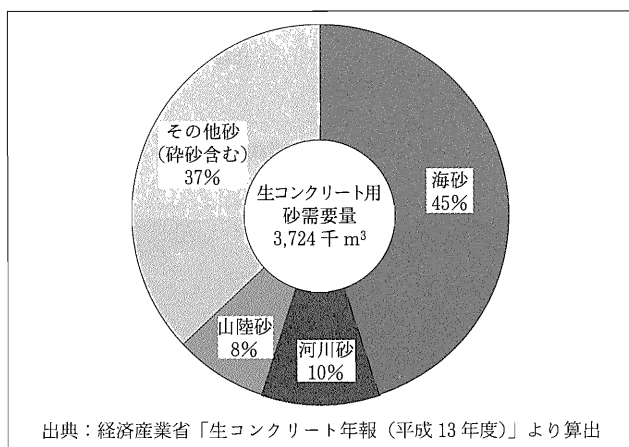


図-1 四国地区における生コンクリート用砂需要内訳

このため、手砂に代わる良質なコンクリート用細骨材（以下、代替材と称する）の円滑な確保に対する要求が高まっている。

このような状況のなか国土交通省四国地方整備局および四国4県（徳島県・香川県・愛媛県・高知県）で

は、平成12年度から代替材として、砕砂、スラグおよび石炭灰（フライアッシュ）等を対象に、既往の研究論文や関連規準類の文献調査、及び実験による検証等を行い、これら代替材のコンクリート工事への適用性について検討を行うとともに、四国地区の骨材需給動向調査も踏まえ、平成15年3月25日に「四国地区骨材資源対策の基本方針」を策定したところである。

2. 骨材資源対策

(1) 検討体制

国土交通省四国地方整備局は、代替材を検討するにあたり、四国4県と連携し、相互に情報交換などを行い、需給方策などの行政的視点から代替材を円滑に確保していくための基本方針を策定する「四国地区骨材資源対策検討会」を四国技術事務所内に設立した。

また、代替材の品質に関する検討および使用に当たっての技術的課題を解決するために「四国地区骨材資源対策技術委員会」を検討会の内部委員会として設立した。各構成を表-1、表-2に示す。

表-1 四国地区骨材資源対策検討会

・会長	四国地方整備局企画部長
・会員	四国地方整備局企画部技術調整管理官
	徳島県県土整備部次長
	香川県土木部次長
	愛媛県土木部次長
	高知県土木部副部長
	事務局長 四国地方整備局四国技術事務所長

(注) 平成15年3月現在

表-2 四国地区骨材資源対策技術委員会

・委員長 河野 清 (徳島大学名誉教授)
・委員 水口裕之 (徳島大学工学部建設工学科教授) 堺 孝司 (香川大学工学部安全システム建設工学科教授) 氏家 勲 (愛媛大学工学部環境建設工学科助教授) 島 弘 (高知工科大学工学部社会システム工学科教授) 河野広隆 (独立行政法人土木研究所構造物マネジメント主席研究員) 藤田和博 (四国地方整備局四国技術事務所長)

(注) 平成15年9月現在

(2) 検討経緯

四国地区骨材資源対策検討会及び四国地区骨材資源対策技術委員会の主な審議経過等は、表-3に示す通りである。

表-3 検討会および技術委員会の審議経過

開催日 平成・年・月・日	検討会・技術委員会	主な審議内容
13. 2. 9	第1回 検討会	・四国地区における骨材需要の現状 ・代替材コンクリートの技術面での検討結果
13. 2. 27	第1回 技術委員会	・代替材の既往文献調査結果
13. 7. 10	第2回 技術委員会	・品質特性試験・要素実験計画、フィールド実験計画
13. 11. 16	第2回 検討会	・四国地区内での代替材の検討状況
14. 3. 27	第3回 検討会	・代替材検討の今後の進め方
14. 3. 27	第3回 技術委員会	・代替材の品質特性試験、要素実験の結果(中間) ・フィールド実験計画
14. 11. 5	第4回 検討会	・基本方針(案)
14. 11. 14	第4回 技術委員会	・フィールド実験計画
15. 3. 11	第5回 技術委員会	・フィールド実験結果・技術資料(中間) ・検討会に対して技術委員会の中間報告
15. 3. 25	第5回 検討会	・基本方針の発表
15. 9. 18	第6回 技術委員会	・技術資料、実験結果報告書 ・砕砂コンクリート使用のポイント

(注) 上記以外にも技術委員会の調整会議、検討会下部組織の幹事会等を随時開催した。

3. 代替材の開発

(1) 検討対象代替材の選定

代替材の種類としては、砕砂、石炭灰(フライアッシュ)、銅スラグ、マサ、高炉スラグ、フェロニッケルスラグ、再生細骨材、ダム堆砂、輸入砂、一般廃棄物/下水汚泥溶融スラグ等が挙げられる。

これらの代替材について、既往の関係論文および研究成果報告等の文献を収集・解析を行い検討課題の抽出などを行った。

この結果、検討対象とした代替材は四国地区において多く生産され、既に研究が進められている砕砂、四国地区に精錬工場があり資源の有効利用が見込まれる銅スラグ、橋湾における石炭火力発電所の本格稼働に

より発生量が増大し有効利用が求められている石炭灰(フライアッシュ)、量的確保が期待できるマサ(未洗浄)とした。

なお、石炭灰(フライアッシュ)は、量的に最も多く確保できるフライアッシュⅡ種を対象とし、コンクリート中の細骨材量の低減を目的とし、細骨材を補充する混和材として位置付けた。

(2) 各種代替材の技術的検証

検討対象とした各種代替材を用いたコンクリートの施工性、強度および耐久性を検証する目的で、要素実験およびフィールド実験を行った。

要素実験では、既往研究の文献調査をもとに代替材を用いたコンクリートの基本性能が十分に把握されていない事項を対象に、実験室レベルで確認を行った。要素実験は、四国技術事務所、徳島大学、愛媛大学が分担して実施した。

また、フィールド実験では、要素実験の結果をもとに、徳島県那賀郡那賀川町の国道55号中島高架橋付近に実構造物レベルの擁壁で試験施工を実施した(図-2および図-3)。フィールド実験における調査

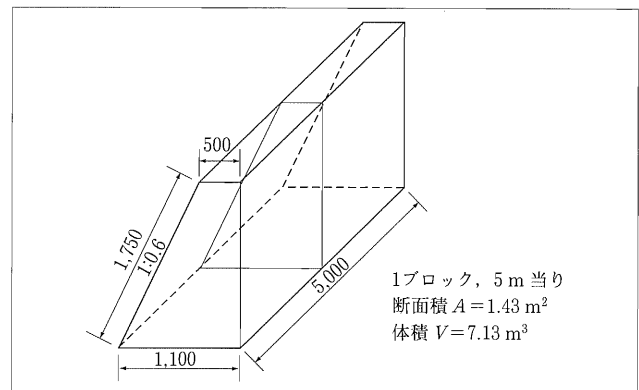


図-2 フィールド供試体略図

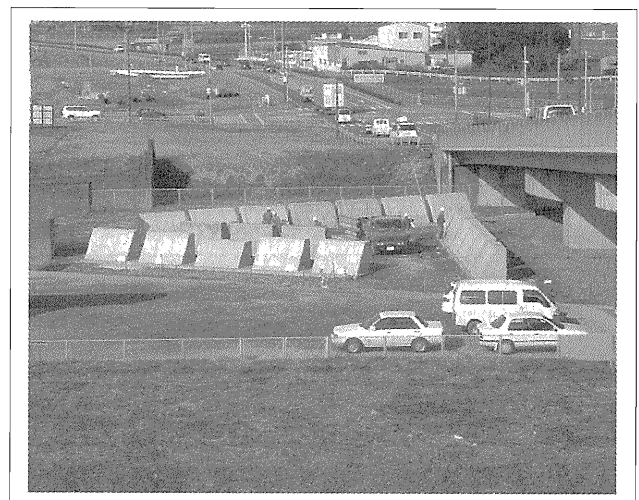


図-3 供試体暴露状況

内容は、生コンクリート工場の実機プラントでの製造状況、コンクリート打設現場でのフレッシュ性状および硬化特性、耐久性などとした。特に、荷卸し時および打設時においては、実験調査員に対してコンクリートの性状に関するアンケート調査を実施した。フィールド実験に用いたコンクリートの配合条件は表—5のとおりである。なお、施工後の追跡調査については、硬化特性および表面観察を引続き実施している。

この結果、各種代替材を使用したコンクリートは、総じて施工性、強度等いずれの面からも、通常のコンクリートと同程度の品質を有することが確認できた。また、耐久性に関しても、試験結果から品質の低下は認められず実用上問題ないことが確認された。図—4

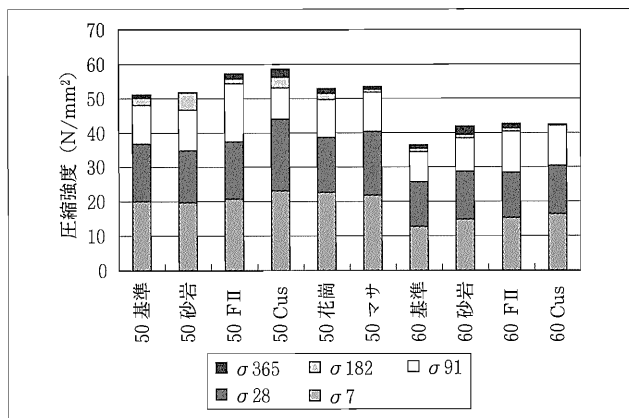
表—4 使用材料

細骨材	標準砕砂(砂岩)	市販/砂岩 FM 2.74
	普通砂	粗砂/砂岩 FM 2.97 海砂 FM 1.72
	花崗岩質砕砂	
	銅スラグ	Cus 2.5~0 mm
	マサ	未洗浄整粒 (DM)
混和材	石炭灰	フライアッシュⅡ種
粗骨材		4,020
	碎石(砂岩)	2,015
		1,505

表—5 配合条件

配合ケース	項目	粗骨材の最大寸法 (mm)	水セメント比 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	混和剤種別	備考 (混合割合または容積置換率)	
基準コンクリート	50 基準	20	50	10	4.5	AE 減水剤	普通砂 (海砂 25% + 砂岩砕砂 75%)	
	60 基準	40	60				標準砂 (砂岩砕砂 100%)	
砂岩コンクリート	50 砂岩	20	50				(砂岩砕砂 80% + 石炭灰 20%)	
	60 砂岩	40	60				(砂岩砕砂 70% + 石炭灰 30%)	
石炭灰*コンクリート	50 FAⅡ	20	50				(砂岩砕砂 70% + 銅スラグ 30%)	
	60 FAⅡ	40	60				花崗岩砕砂 (花崗岩砕砂 100%)	
銅スラグコンクリート	50 銅スラグ	20	50			高性能 AE 減水剤		(砂岩砕砂 70% + マサ (DM) 30%)
	60 銅スラグ	40	60					
花崗岩コンクリート	50 花崗岩	20	50					
マサコンクリート	50 マサ	20	50					

*石炭灰コンクリート：フライアッシュⅡ種を細骨材補充混和材として用いたコンクリート



図—4 圧縮強度試験結果

に材齢1年の圧縮強度試験結果、図—5に中性化深さ試験結果を示す。

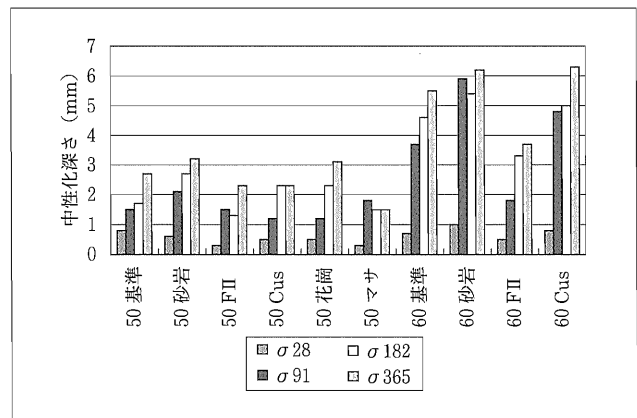
4. 普及への取組み

(1) 基本方針の策定

良質な社会資本の整備を行ううえから、コンクリート構造物などの建設にあたっては、品質の確保、環境への配慮、などが常に求められる。これに加えて、四国地区の地域性に配慮して、代替材の利用における基本方針を策定した。その概要は表—6のとおりである。

表—6 骨材代替材の基本方針

基本方針
砕砂は、海砂に次いで使用実績が多く、今後も安定供給が見込まれることから代替材として期待される。一方、副産物を有効利用することは、環境面から見た場合、廃棄物の発生抑制および有限な天然資源の延命化等に貢献できることから、その意義は大きい。そのため、代替材として副産物の有効利用も促進する。
・砕砂の使用量増加に対しては、現状の生産形態の変更や生産プラント稼働率の増大による対応で可能であると考えられる。
・高炉スラグ骨材、銅スラグ骨材およびフェロニッケルスラグ骨材は、「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律（グリーン購入法）」により、公共工事における特定調達品目に指定されていることから、これらの活用促進に努める。
・石炭灰（フライアッシュ）は、土木学会四国支部が「細骨材補充混和材」としてコンクリートに多量に使用することによる細骨材使用量の低減を目的に、マニュアルの策定を行っている。このような現状を踏まえ、コンクリート分野への石炭灰（フライアッシュ）の有効利用を図る。
・コンクリート再生骨材など建設副産物のリサイクルの促進及び、一般廃棄物等溶融スラグの利用促進を行う。



図—5 中性化深さ試験結果

(2) 普及への取組み

今回掲げた代替材については、グリーン購入法などの既往の施策なども併せて積極的な活用を図ることとした。平成15年11月以降の工事については「基本方針」に基づき代替材を使用したコンクリートの直轄工事での技術的な普及状況の把握や技術的なフォローアップを目的に、打設時調査や表面観察などの追跡調査を行っている。

(a) 講習会等での説明

行政の取組み、基本方針等について、土木学会の講習会等で説明した。以下に概要を示す。

- 平成15年5月17日：土木学会四国支部技術研究発表会

フォーラム「四国地区におけるコンクリート用骨材の現状と将来」

- 平成15年6月19日～7月8日：土木学会四国支部主催「フライアッシュを細骨材補充混和材として用いたコンクリートの施工指針(案)」講習会四国4県での説明
- 平成15年7月24日：管内技術・業務研究発表会
- 平成15年10月31日：四国地方整備局より運用通達
- 平成16年3月10日：四国砕石セミナーにて講演
- 平成16年3月12日：四国生コン工業会にて講演

(b) 技術的資料等の作成と配布

技術委員会では、これまで行った技術的検討の成果として、今後利用拡大が予測される砕砂について発注機関などの技術者を対象にまず、

- 砕砂コンクリート使用のポイントを作成した。引続き、
- フライアッシュを細骨材補充混和材として用いたコンクリートを施工する上でのポイント
- スラグ細骨材を用いたコンクリートを施工する上でのポイント、

についても作成した。

これら3つのポイント及び基本方針は、四国地方整備局および四国技術事務所ホームページ (<http://www.skr.mlit.go.jp/>) に掲載してあるので、興味のある方は、ダウンロードし参照されたい。

なお、代替材の検討機関の一つである四国技術事務所では、代替材の検討資料を総括した「四国地区骨材資源対策関係資料集」を作成し、土木関係の行政機関、学校関係、研究機関、各種工業協会(砕石協会、生コン工業会等)に代替材を利用する際の参考として頂くために配布した(図-6)。

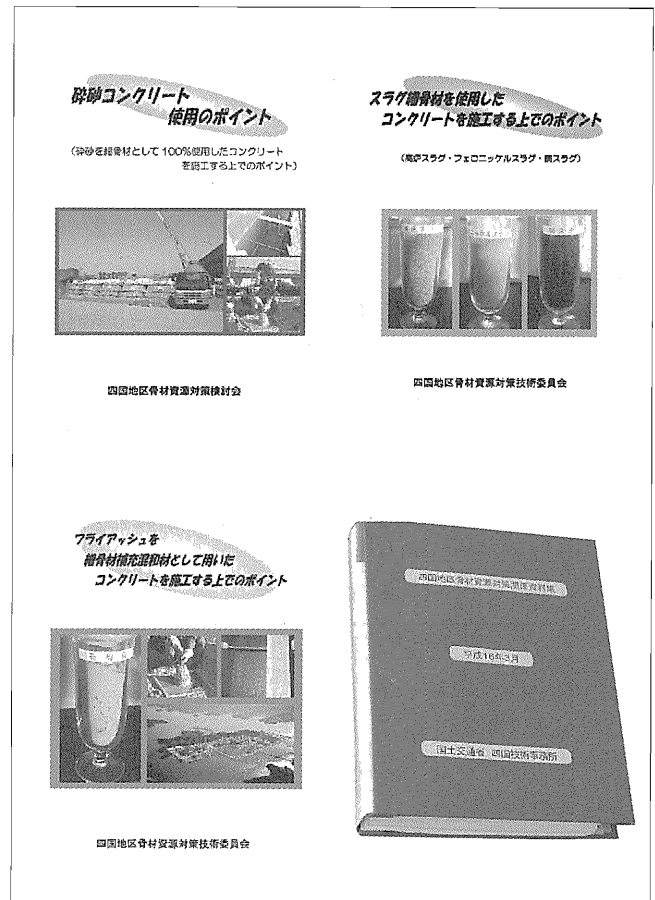


図-6 関係資料集

5. おわりに

今回の取組みにおいて、代替材がコンクリートに与える影響の全てについて確認された訳ではない。このため、生コン各工場においてデータ蓄積するなど、工場独自の標準化を進める努力も必要と考える。JICMA

《問い合わせ先》

国土交通省四国地方整備局企画部技術管理課又は四国技術事務所調査試験課
〒760-8554 高松市福岡町4-26-32
Tel. 087(851)8061, Fax. 087(851)8044
〒761-0121 香川県木田郡牟礼町大字牟礼1545
Tel. 087(845)3135, Fax. 087(845)3998
e-mail: yongia77@skr.mlit.go.jp
URL: <http://www.skr.mlit.go.jp/yongi/>
ダウンロード方法は「業務紹介」→「技術研究」→「資源の有効利用」と辿って入手できます。ご利用下さい。

【筆者紹介】

梶 久夫 (かじ ひさお)
国土交通省四国地方整備局
企画部
技術管理課
課長補佐

