

# 四国地区骨材資源対策の基本方針について

平成 15 年 3 月

四国地区骨材資源対策検討会

## 背景および経緯

### 1.1 背景

四国地域の建設工事では、これまでコンクリート用骨材などに海砂を広く用いてきた。しかしながら近年、生態系や環境保全の観点から、海砂採取に対する規制を強化する自治体も少なくなく、四国地区における海砂の採取規制の状況は、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、それぞれ海砂採取禁止に踏み切ることとした。このため、海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。

このような現状に対して国土交通省四国地方整備局および四国 4 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等を対象に、既往の研究論文や関連規準類の文献調査や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、四国地区における骨材資源対策の基本方針を策定するに至った。

表 1 瀬戸内海地区における海砂採取の対応策

県名	海砂利の採取方針
徳島県	昭和 53 年度から採取禁止
香川県	平成 11 年 11 月 29 日の香川県海底土砂採取対策協議会で下記方針を決定 5 年間の段階的削減(毎年 10%)を経て、平成 17 年度から採取禁止
愛媛県	平成 10 年 7 月に県外搬出を原則禁止 年間採取量を決めている。平成 18 年度から採取禁止
高知県	県外搬出は原則不許可 年間採取量を決めている。
岡山県	平成 15 年から採取禁止
広島県	平成 10 年 2 月から採取禁止
山口県	採取量が前年実績を上回らないこと。
大阪府	採取実績無し
兵庫県	昭和 53 年度から採取禁止
和歌山県	採取実績無し
福岡県	過去最大の昭和 55 年の実績量を上限。
大分県	採取許可量は決めていない。

## 1.2 基本方針策定の経緯

### (1) 検討会および技術委員会の設立

四国地区における骨材資源対策を検討するため、国土交通省四国地方整備局および四国4県では、「四国地区骨材資源対策検討会」および「四国地区骨材資源対策技術委員会」を設立した。

検討会は、国土交通省四国地方整備局および四国4県が、相互に情報交換等を行い、需給方策等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検討することを目的としている。一方、技術委員会は検討会の内部委員会として設立され、代替材を円滑に確保していくための技術的検討、品質確保のための問題点・課題などに対する助言・指導を行うことを目的としている。

#### 【四国地区骨材資源対策検討会の構成】

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
会 員	徳島県	県土整備部	次長
会 員	香川県	土木部	次長
会 員	愛媛県	土木部	次長
会 員	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

#### 【四国地区骨材資源対策技術委員会の構成】

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
委 員	堺 孝司	香川大学	工学部 安全システム建設工学科教授
委 員	氏家 勲	愛媛大学	工学部 環境建設工学科助教授
委 員	島 弘	高知工科大学	工学部 社会システム工学科教授
委 員	河野 広隆	(独法)土木研究所	構造物マネジメント技術チーム 主席研究員
委 員	藤田 和博	四国地方整備局	四国技術事務所長

(旧委員) 長瀬 秀雄 藤田委員に交代

(2)検討会および技術委員会の審議経過等

- |                   |  |
|-------------------|--|
| 平成 13 年 2 月 9 日   | 第 1 回四国地区骨材資源対策検討会<br>四国地区における骨材需要の現状について<br>代替骨材コンクリートの技術面での検討結果について  |
| 平成 13 年 2 月 27 日  | 第 1 回四国地区骨材資源対策技術委員会<br>代替骨材の既往文献調査結果について                              |
| 平成 13 年 7 月 10 日  | 第 2 回四国地区骨材資源対策技術委員会<br>品質特性試験・要素実験計画、フィールド実験計画について                    |
| 平成 13 年 11 月 16 日 | 第 2 回四国地区骨材資源対策検討会<br>四国地区内での代替材の検討状況について                              |
| 平成 14 年 3 月 27 日  | 第 3 回四国地区骨材資源対策検討会<br>代替骨材検討の今後の進め方について                                |
| 平成 14 年 3 月 27 日  | 第 3 回四国地区骨材資源対策技術委員会<br>代替骨材の品質特性試験・要素実験の結果（中間報告）について<br>フィールド実験計画について |
| 平成 14 年 11 月 5 日  | 第 4 回四国地区骨材資源対策検討会<br>基本方針（案）について                                      |
| 平成 14 年 11 月 14 日 | 第 4 回四国地区骨材資源対策技術委員会<br>フィールド実験計画について                                  |
| 平成 15 年 3 月 11 日  | 第 5 回四国地区骨材資源対策技術委員会<br>フィールド実験結果中間報告について<br>技術資料（中間報告）について            |
| 平成 15 年 3 月 25 日  | 第 5 回四国地区骨材資源対策検討会<br>基本方針について   |

## 2.調査結果

### 2.1 四国地区における骨材資源の現状

#### (1)砂需要の推移

四国地区における骨材用砂の需要については、平成3年以降緩やかに減少する傾向にある。砂需要に占める骨材用砂の使用割合は約70%で、その内、生コンクリート用としては約80%を占める。また、生コンクリート用に占める海砂の需要量は45%である。

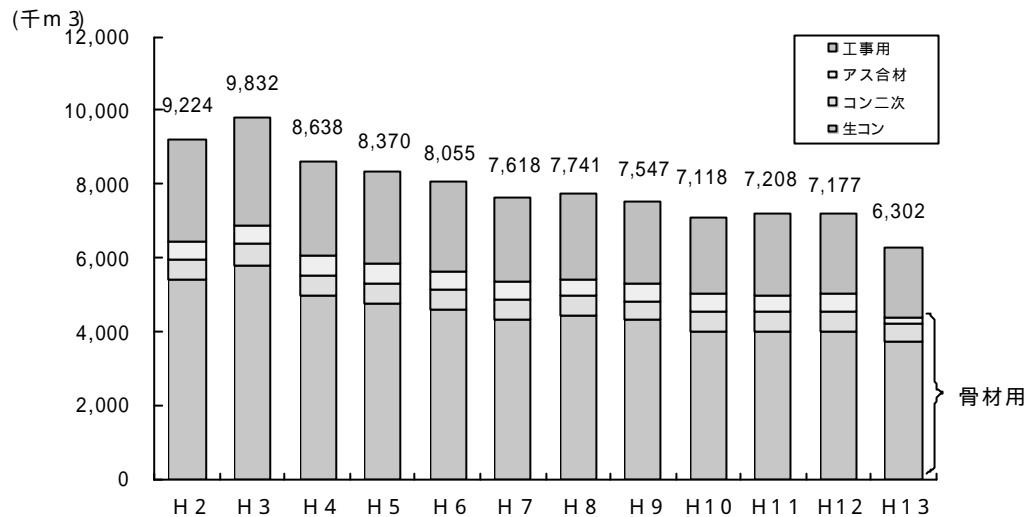


図 - 1 砂需要の推移

出典：国土交通省「西日本における砂の安定確保に向けた検討業務 報告書、平成13年5月」より作成

表 - 2 生コンクリート用砂需要に占める海砂の割合（平成13年度）

県名	海砂割合
徳島県	29%
香川県	51%
愛媛県	51%
高知県	46%
四国地区	45%

出典：経済産業省「生コンクリート年報」より算出

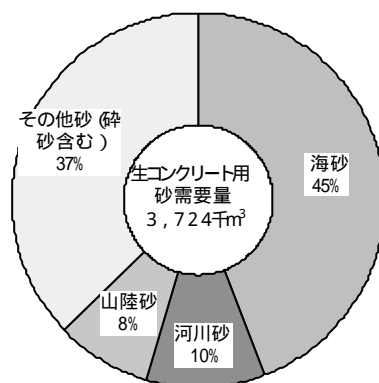


図 - 2 生コンクリート用砂需要内訳（平成13年度）

出典：経済産業省「生コンクリート年報」より算出

## (2) 種類別砂供給量の推移

四国地区の砂供給量の推移においては（図-3）、平成4年度に一時海砂の供給量が減少したものの、平成8年度までは増加傾向し、それ以降減少を続けている。平成12年度の砂の種類別にみると（図-4）、海砂が74.2%と最も多く、次いで砕砂22.5%であり、川砂、陸砂、スラグ、輸入砂については供給実績はあるもののいずれも1.5%に満たない。

これらの図から、四国地区では砂資源の多くを海砂に依存してきていることがわかる。

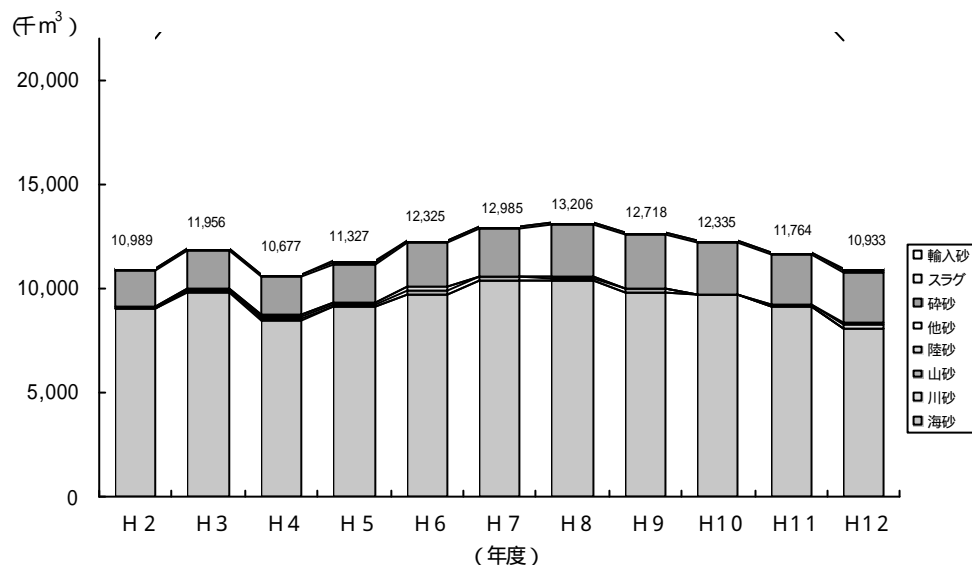


図 - 3 砂供給の推移 (四国地区)

出典：国土交通省「西日本における砂の安定確保に向けた検討業務 報告書、平成13年5月」に H12 年度分を加筆

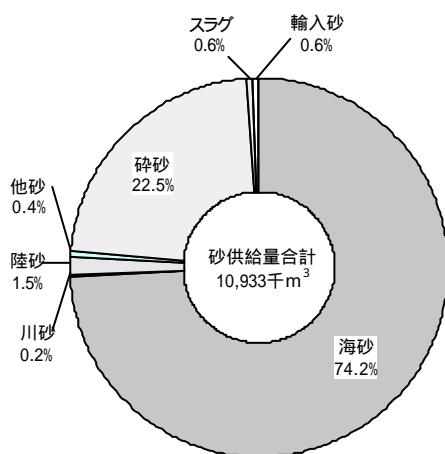


図 - 4 種類別砂供給内訳 (四国地区・平成12年度)

## 2.2 四国地区における砂の供給可能量

平成 17 年度に香川県、平成 18 年度に愛媛県が海砂採取禁止となった段階での、砂の供給可能量を推定した。

海砂の代替材としては、銅スラグ、高炉スラグなどのスラグ類、砕砂、風化花崗岩を分級し洗浄した加工砂などが挙げられる。

表 - 3 種類別砂供給可能量

砂の種類	供給可能量 (千 m <sup>3</sup> )
銅スラグ	190
高炉スラグ	1,500
加工砂	480
輸入砂	50
海砂	730
砕砂	5,900
その他 (川砂、陸砂)	230
計	9,080

- ・銅スラグ 愛媛県、香川県の生産工場からの供給可能量
- ・高炉スラグ 近畿地区、中国地区および九州地区からの生産工場からの供給可能量
- ・加工砂 四国地区における生産工場の生産能力
- ・輸入砂 四国地区における平成 12,13 年度の輸入実績量平均
- ・海砂 平成 12 年度の高知県での採取実績量
- ・砕砂 四国地区における砕石生産工場の砕砂生産能力と増産予定量
- ・その他 (川砂、陸砂など) 平成 12 年度供給実績量

## 2.3 代替材の適用性

### (1) 検討対象代替材の選定

コンクリート用細骨材に用いる海砂の代替材として、砕砂、スラグ類等多様な材料が挙げられる。

四国地区骨材資源対策で検討対象とした代替材は、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とし、既往の研究成果より課題の抽出などを行った。この中で、量的・質的・環境保全の観点、そして四国地区の地域性から砕砂、銅スラグおよび、石炭灰（フライアッシュ）、マサ（未洗浄）を選定し、要素実験、フィールド実験等を行い、代替材としての適用性の検討を行った。

また、高炉スラグ、フェロニッケルスラグについては、代替材の検討が瀬戸内海地域の広範囲な問題であるという観点から、中国地方整備局で検討した。なお、ダム堆砂・輸入砂は、天然骨材であることから技術的検討の対象外とした。

### (2) 各種代替材の検討結果

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箇所を対象に、実験室レベルでのコンクリートの性状の確認を行った。

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擁壁式の供試体を作成し、代替材を用いたコンクリートの施工性、強度および耐久性についての確認を行った。フィールド実験に用いたコンクリートのうち、有効性を確認できた代替材の組合せは以下のとおりである。

水セメント比 50%、高炉セメント

	代替材の組合せ	圧縮強度 材齢 28 日 ( N/mm <sup>2</sup> )
砂岩砕砂	砂岩砕砂(100%)	34.8
銅スラグ	砂岩砕砂(70%)+銅スラグ(30%)	44.0
花崗岩砕砂	花崗岩砕砂(100%)	38.7
石炭灰 (フライアッシュ)	砂岩砕砂(80%)+石炭灰(20%)	37.4

石炭灰 (フライアッシュ) は、細骨材補充混和材として使用。

水セメント比 60%、高炉セメント

	代替材の組合せ	圧縮強度 材齢 28 日 ( N/mm <sup>2</sup> )
砂岩砕砂	砂岩砕砂(100%)	28.7
銅スラグ	砂岩砕砂(70%)+銅スラグ(30%)	30.4
石炭灰 (フライアッシュ)	砂岩砕砂(70%)+石炭灰(30%)	28.4

石炭灰 (フライアッシュ) は、細骨材補充混和材として使用。



この結果、代替材を使用したコンクリートは、施工性、強度のいずれ面からも、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、実用性があることが認められた。また、耐久性に関しては、材齢 6 ヶ月の試験結果が得られていないが、現時点での試験結果から品質の低下は認められず実用上問題ないと考えられる。

### (3)代替材使用コンクリートの技術資料およびマニュアルの作成

既往の研究成果およびフィールド実験結果をもとに、技術委員会では各種代替材の現状等を「技術委員会の中間報告」として取りまとめた。なお、フィールド実験の追跡調査結果を含め今後、「海砂代替材技術資料」を作成する予定である。さらに国や県などの技術者向けに技術資料から要点をまとめた「砕砂コンクリート使用マニュアル(案)」を作成する予定である。

なお、技術資料については中国地方整備局における検討結果も合わせたものとする予定である。

### 3.骨材資源対策の基本方針

#### 3.1 基本方針の策定にあたって

良質な社会資本の整備を行う上から、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。このため、コンクリートに使用される代替材について、品質の検証を行うとともに、環境や四国地区の地域性に配慮して、代替材の確保についての基本方針を策定した。

#### 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、廃棄物の発生抑制及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の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。

また、具体的な取り組みとしては以下の事項が挙げられる。

(1) 砕砂を代替材として用いる場合

砕砂の増産については、国土交通省が実施した「西日本における砂の安定確保に向けた検討業務」において、砕石業者を対象に実施されたアンケート結果（四国地区 60 社回答：データ補足率 83%）によれば、四国地区における砕石プラントの砕砂製造の稼働率は 6 割程度である。さらに平成 13 年度追加で行ったアンケート結果によると、路盤に使用する骨材は、砕石から再生骨材への転換が進んでいるため、砕石出荷量が減少しており、砕石を加工して砕砂の出荷量の増加を検討しているプラントが数多くある。このため、砕砂の増産による安定的な供給が期待される。

一方、海砂代替材として砕砂を使用することは、自然環境への負荷を「海」から「山」へ転換することと懸念されるが、原石山の開発は、海中と異なり、適切な環境管理および、環境保全行為が可能であると考えられる。

(2) 副産物を代替材として用いる場合

スラグ類

銅スラグについては、全国生産量の約 40%を愛媛県および香川県で生産している。また、高炉スラグおよびフェロニッケルスラグについては、四国地区での生産実績はないものの、近畿地区、中国地区および九州地区などからの海上搬入が可能である。

特にコンクリート細骨材としては、銅スラグ骨材、高炉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）」における平成 14 年度の特定調達品目として平成 14 年 2 月 15 日に閣議決定されているため、公共工事におけるこれらのスラグ骨材の活用促進に努める。

石炭灰（フライアッシュ）

火力発電所から発生する石炭灰は、資源有効利用促進法において指定副産物に定められており、再生資源としての利用を促進することが求められている。四国地区では愛媛県で以前より稼働していたが、徳島県の橋湾地区における火力発電所の本格的稼働に伴い、石炭灰の排出量が大幅に増加していること等から、土木学会四国支部が「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)」の作成を行っている。同マニュアルは、フライアッシュの使用量の拡大を目指しているが、結果として、コンクリート中の細骨材の使用量を低減することが可能であり、砕砂を含めた天然砂の使用量の低減が期待できる。このため、コンクリート分野での石炭灰（フライアッシュ）の有効利用を図る。

その他の副産物

コンクリート再生骨材に関しては、現在ほとんどが路盤材などへ利用されている。現在、JIS の前提となる技術情報(TR A 0006)により低強度コンクリート（呼び強度 12N）への活用が規定されているが、細骨材としての利用実績は殆どないのが現状である。しかしながら、建設リサイクル法が平成 14 年 5 月 30 日から完全施行され、コンクリート塊のリサイクル用途の拡大が望まれる。さらに、(社)日本コンクリート工学協会では、構造用コンクリートへの活用を目指

し、標準情報案を作成中であることから、これらの動向を踏まえ再生細骨材の利用促進に取り組んでいく。

一般廃棄物溶融スラグ、下水汚泥溶融スラグに関しては、平成 14 年 7 月に JIS の前提となる技術情報(TR A 0016 および 0017)によってプレキャスト無筋コンクリート製品や道路用骨材への活用が規定された。これらの溶融スラグは供給量の面で代替材の主力となることは難しいが、これらの溶融スラグについての利用を検討中であり循環型社会の形成の観点からも利用促進を図る。

建設発生土のうちマサの利用については、中国地区において 加工砂としての利用、および未洗浄マサの利用の 2 方式で検討されている。前者については基本的に JIS 規格を満足する材料であり、愛媛県内でも実用化プラントがあることから、活用が期待できる。一方、後者については、中国地区において「マサコンクリートの使用マニュアル(案)」を策定しているが、四国地区の検討結果としては、代替材としての使用の可能性は確認されたが、現段階では研究レベルであり、将来的な利用材料と位置付け今後の調査が必要と考えられる。

## 4.今後の展開

### 4.1 ダム堆砂の利用に関する調査

前述した代替材以外に、ダム堆砂のコンクリート用細骨材としての利用について引き続き調査を行う。ダム堆砂は長年にわたりダム湖に堆積した砂であり、砂自体は良質な川砂に属すると考えられる。また、ダム機能の改善の観点からも、ダム堆砂の利用は有効であると考えられ、小見野々ダム等で採取実績もある。しかしながら、実際にダム堆砂を有効活用する場合は、流木および泥土等の除去、採取位置から利用位置までのアクセスおよび運搬距離、さらに生態系の変化等、課題も少なくない。このため、ダム堆砂の利用について、将来的な選択肢の一つと位置付け、今後も引き続き調査を行う。

### 4.2 輸入砂に関する調査

輸入砂は、天然骨材であることから品質面では JIS に適合していれば良質な砂として扱うことができるが、相手国での出荷時点での J I S 適合確認の必要性があるなど品質確保体制の面や、為替変動や輸出国側の状況などで安定供給の面、砂に付着した微生物や重金属のチェック体制など環境の面で課題が残るため、今後も引き続き調査を行う。

### 4.3 各種代替材使用に関するフォローアップ

骨材資源対策における本基本方針に従い、今後は、四国地方整備局および四国4県において、代替材を活用したパイロット事業等でのフォローアップを実施するとともに、フィールド実験の供試体を長期的に検証などにより代替材に関する情報提供ならびに情報交換を行う。また、副産物の利用にあたっては、多方面で新たな研究開発がなされていることから、その情報収集に努める。