

# コンクリートの地産地消とデザイン

友寄 篤<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 修士(工) 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻  
(〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1, E-mail:tomoyose@bme.arch.t.u-tokyo.ac.jp)

複合材料であるコンクリートを構成する材料は、全国で統一されたJIS規格に適合する範囲で選択され、地域差のない均質なグレーの塊としてイメージされることが多い。インフラ整備の基幹材料であるコンクリートに地域性につながる可能性があるのかという観点から、廣井勇による小樽築港の事例や現在普及している材料とその変遷などを参照し、コンクリートの地産地消とデザインについて論じる。

キーワード: コンクリート, 地産地消, 天然ポゾラン, 骨材, 廣井勇, 小樽築港

## 1. コンクリートに関する環境負荷

インフラ整備の基幹材料としてコンクリートは水に次いで消費量が多い物質であり、施工性や耐久性、経済性など様々な性能が要求される。近年では環境性能も無視できない要因となり、それらの要求性能を満たす最適な配(調)合設計がなされる。一般にJIS規格を満たすレディーミクストコンクリートとして製造・出荷・施工され、様々なインフラに用いられる。かつての「コンクリートから人へ」というキーワードから連想されるように、全国で画一的な箱物整備の象徴として捉えられ、そこに地域性やデザインが存在しないかの様に扱われている。

既報<sup>1)</sup>などではシラスを例に、JIS規格に捉われずに地域固有の未利用資源に着目したMaterial Oriented Approachによる研究開発がなされれば、地産地消のコンクリートが達成される可能性を指摘した。本稿では、過去に用いられたコンクリート材料とその変遷及び現在を踏まえ、JISに準拠した上で環境性能も意識しながら、コンクリートの地産地消がデザインと関連しうるかを論じる。

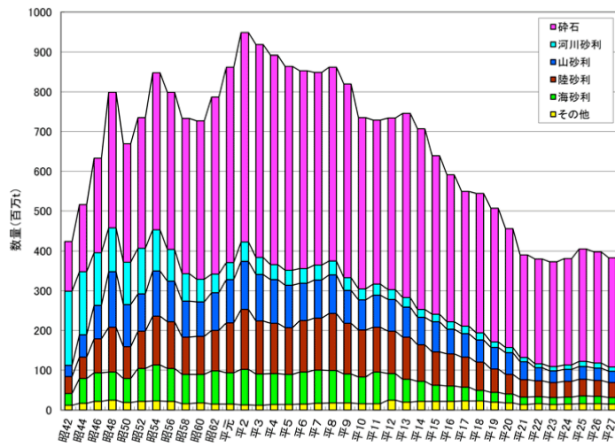


図-1 骨材供給構造の推移<sup>2)</sup>

## 2. 骨材

コンクリートの体積で約7割を占める骨材は、輸送コスト等の理由から近郊の天然骨材の利用が原則であった。小樽築港の工事報文<sup>3)</sup>には「砂ハ小樽ヨリ海上約十三海里ニシテ畚部ノ海浜(中略), 砂利ハ小樽地方ニ於テハ極メテ乏シク僅カニ(中略) 採集セシメシ(中略), 砕石・原料ハ神居古潭, 高島岬, 及稲穂山等ヨリ採掘シ・安山岩ノ類ナリ」とあり、砂利が入手しにくいものの、不足分を近郊の岩石から砕石を製造して補っていたことが分かる。近年では自然や漁業資源保護の観点から瀬戸内海で全面的に海砂の採取が禁止されるなど、全国的にも良質な天然資源の枯渇が進み、今では砕石の使用が7割を超え(図-1), その輸送距離も伸びている。

築30年以上の建築物から調査のためにコア抜きしたコンクリートを図-2に示す。形状の丸い天然砂利が使われ、様々な色が含まれている。図-3に示す高知県産の石灰砕砂及び大井川産の陸砂を用いたモルタル供試体研磨面を見ると、陸砂は今でも細骨材の粒子に色幅があるのに対し、原石から粉碎した砕砂は均一である。また、砕石の微粒分が増えている近年の状況は単位水量の増加などコンクリートの品質面では問題視されるが、この微粒分はコンクリート表面の色に影響を与えるため、使用する砕石の種類によって僅かな色差が生じる。

洗い出し仕上げを始め、劣化因子の強い港湾等では骨材が表面に露出することも多い。遠景としては全国で均質なグレーにも見えるが、近景としての表情には材料による差が認められ、それがコンクリートの地域性とデザインに繋がる可能性が考えられる。発表では、同じ石灰砕砂でも産地が異なる場合の色の違いやアルカリシリカ骨材反応を示す骨材の事例も含めて論を進める。

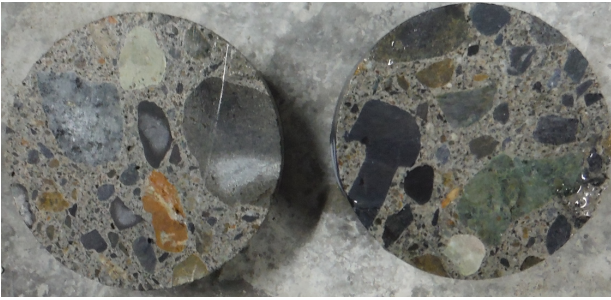


図-2 築30年以上の建築からのコア抜き断面



図-3 モルタル供試体 (左:陸砂, 右:石灰砕砂)

### 3. セメントと反応性混和材

セメント製造においては原料となる石灰石などを1450℃以上という高温で焼成するため、膨大な量の二酸化炭素を排出し、2006年度時点では国内総排出量の約4%を占める<sup>4)</sup>。世界的にも発展途上国での今後のインフラ開発を踏まえた需要予測を基にすると、このままでは2050年に世界の総排出量の25%を占めると試算され<sup>5)</sup>、セメント使用量削減は様々な手段による達成が求められている。貧配合とせずセメント使用量を削減するためには反応性を持つ混和材をセメントに置換するのが一つの手段であり、フライアッシュや高炉スラグ微粉末などの産業副産物の利用が推奨されている。日本国内での使用例は今ではほとんど見られないものの、一部の火山噴出物や火山性堆積物には反応性が認められ、それらが堆積している国では、天然ポゾランとして利用されている。

小樽築港で耐久性の向上を目的として火山灰コンクリートが使用されたのは良く知られており、工事報文<sup>3)</sup>にも「其耐久ノ性ヲ附興スルに有効ナルノミナラス費用ヲ省減スルノ利アルコト」とある。しかし、当初は粉砕設備が築港のための工場に無かったため長崎県五島から火山灰を購入していた。ただし、耐久性試験の結果が想像していたものとは異なり、価格も低廉でないために小樽近郊の火山灰を採査・試験し、最終的に宇佐にある築港工場内より採取、製して使用したものが工事の大部分を占める結果となった<sup>3)</sup>。低廉でない理由は述べられていないが、輸送によるコスト増であった可能性が高い。この工場内火山灰の利用は、物価変動が激しい時期に工期も延長して11年となった状況で、当初予算を超えることなく明治41年に竣工した理由の一つと考えられる。小

樽築港に続き明治45年に竣工した日本銀行小樽支店(辰野金吾設計)の基礎、煉瓦積みモルタル、石積みモルタルにも築港工事において試験が行われた<sup>6)</sup>小樽近郊の余市の火山灰が用いられている<sup>7)</sup>。また、築港二期工事の工事報文<sup>9)</sup>では、工場内で採取する直営方式ではなく、「火山灰ハ小樽區若竹町二十五番地背後指定ノ箇所ニ於テ採取スル」と購買仕様が定められている。

これら小樽の火山灰は、現代の地質学では凝灰岩として扱われているが、廣井による最も早い報告<sup>8)</sup>でも「the tuff extracted from the bluff close to the blockyard」と記述されており、凝灰岩と認識されていたことが分かる。北海道の凝灰岩はいわゆる「軟石」と呼ばれ、小樽倉庫街の外壁に用いられている石材として有名である。石材には向かない固結の弱い凝灰岩が堆積していた箇所を意図的に選択した可能性も考えられるが、今後それぞれの試料を採取し反応性試験などの分析を踏まえて検証を進める。

地産地消のコンクリートは流通が発達していなかった時代にはコストメリットも大きかったと考えられるが、現代は当時ほどの差は無く、性能が優先されて遠隔地から材料を入手することも多い。ただ、輸送による環境負荷や地域経済の振興という形で定量化すると、使用量が多いだけに圧倒的なメリットに繋がる可能性がある。

天然ポゾランに関わるJIS規格としては、2017年7月に新市場創造型標準化制度を活用した「コンクリート用火山ガラス微粉末」として標準化が行われることが決定した。どの様な火山噴出物でも利用できるということではなく一定の品質を満たす必要はあるが、国内の火山性堆積物や火山噴出物をコンクリート用混和材として利用できる道が拓けたと言える。南九州のシラスだけでなく、その他の地域の火山噴出物を対象に研究開発を進め、各地の地産地消のコンクリートにつながることを期待する。

### 参考文献

- 1) 友寄篤, 野口貴文: 材料指向型Material Oriented Approachの研究開発とデザイン, 土木学会 景観・デザイン研究講演集, No.13, pp.104-105, 2017
- 2) 一般社団法人日本砕石協会: 骨材供給構造の推移 (WEB)
- 3) 廣井勇: 小樽築港工事報文 (前編), 1908
- 4) 日本コンクリート工学会: コンクリートセクターにおける地球温暖化物質・廃棄物の最小化に関する研究委員会報告書, 日本コンクリート工学会, 2009
- 5) J.L. Provis, Geopolymers and other alkali activated materials: why, how, and what? Mater Struct (2014) 47 (1-2): 11-25.
- 6) Hiroi I: on Long-Time Tests of Portland Cement, Hydraulic Lime, and Volcanic Ashes, Journal of the College of Engineering, Tokyo Imperial University, No. 10, Vol. 7, 1920
- 7) 駒木定正: 日本銀行小樽支店 (明治45年) の主要構造と仕様, 日本建築学会計画系論文集, No. 471, pp.139-146, 1995
- 8) Hiroi I: the Preparation and Use of Concrete Blocks for Harbour Works, Transactions, ASCE, No.10, pp.211-220, 1904
- 9) 伊藤長右衛門: 小樽築港工事報文 (後編), 1924