

東北地方における骨材諸問題の考察

CONSIDERATION IN AGGREGATE VARIOUS PROBLEMS IN THE TOHOKU REGION

木村 守

By Mamoru KIMURA

1. はじめに

東北地方は奥羽山脈沿いに那須火山帯が走り、一般的に奥羽山脈以西は、良質な骨材資源に乏しい地域といわれている。また、積雪寒冷地である為、冬期間の融雪剤散布によるコンクリートの塩害や凍害、道路の凍上等、特有の環境要因を考慮した構造物の設計、施工、管理が求められている。このような自然条件をふまえ、主にコンクリート用骨材の視点から資源の有効利用と骨材製造のありかたについて東北地方における現状とその課題を考察する。

2. 東北地方の骨材の現状

2.1 骨材製造の現状

2.1.1 原石種別採取量

東北地方の砕石における平成 19 年度の原石採取量¹⁾は 2960 万 t で、原石別採取量は、安山岩が東北全区で採取されており、玄武岩、粗面岩を加えた火山岩の採取量は 1325 万 t で全採取量の 44%にあたる。特に秋田県、山形県では採取量のほとんどが火山岩である。深成岩、半深成岩及び、堆積岩、変成岩は主に太平洋側の各県で採取されており、特に岩手・宮城・福島で採取量が多い。また、青森県、岩手県では石灰岩が 400 万 t 骨材として採取されている。岩石成因別の採取量を図 1 に示す。

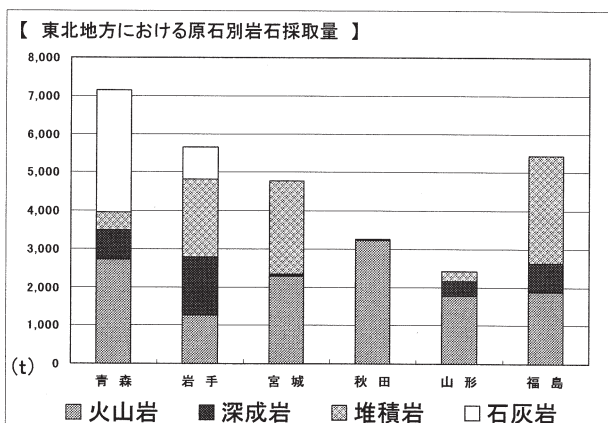


図 1 原石別岩石採取量

2.1.2 骨材種別消費量

コンクリート用骨材の骨材種別消費量²⁾をみると粗骨材の 80%が砕石でまかなわれている。特に青森県、宮城県では砕石の使用率が高い。細骨材は河川、山陸砂が 74%、砕砂が 25%、残り微量ではあるが海砂、スラグ等の利用も見られる。砂利、砂は河川系から山陸系に移行してきており、特に砂はその傾向が顕著である。各県別のコンクリート用骨材消費量を図 2 に示す。

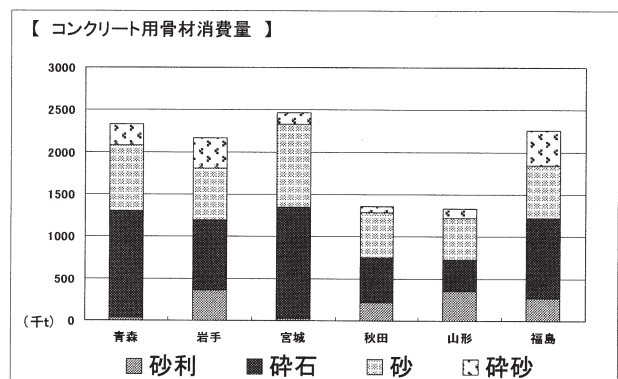


図 2 コンクリート用骨材消費量

2.1.3 砕石製造工場の現状

東北地方では、180 あまりの工場において年間 2780 万 t の砕石が製造³⁾されている。一工場あたりの生産量は 15 万 t/年で全国平均の 3/4 の規模である。また、全工場における骨材製造工場の割合は 45%である。うち JIS 取得工場は 8 工場である。砂利、砂の生産については東北の統計資料がなく、全国の 18 年度統計⁴⁾によると 4,000 あまりの採取場において 11,315 万 m³が採取されており、1 採取場あたり 28,000 m³、平均従業員数は 2.87 人という事業規模である。

2.2 骨材品質の現状

2.2.1 砕石における絶乾密度と吸水率

東北地方における原石別の絶乾密度と吸水率⁵⁾の関係を火山岩系、深成岩系、堆積岩系として比較してみると火山岩系は密度、吸水率とも広範囲に分布し、コンクリート用砕石の規格に満たないものも見受けられる。深成岩、堆積岩は分布域が狭く、多くは絶乾密度 2.6 以上、吸水率 1.0%以下である。

原石成因別の絶乾密度と吸水率を図3及び図4に示す。ただし、全てが骨材として利用されているわけではない。

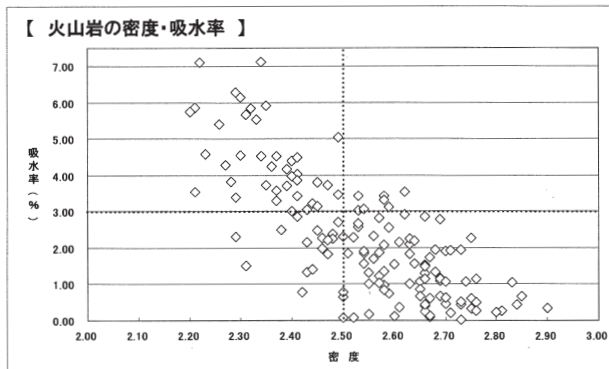


図3 火山岩の密度・吸水率の相関図

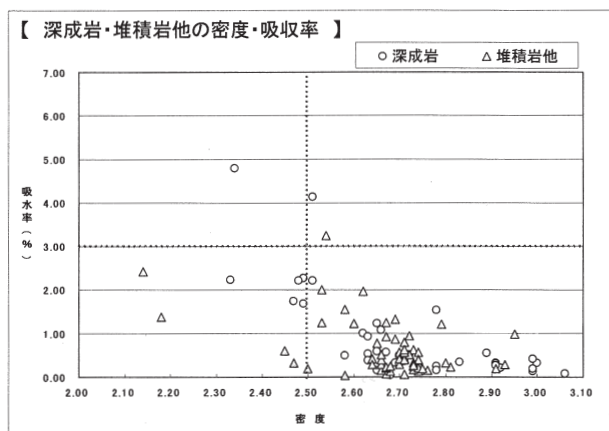


図4 深成岩・堆積岩の密度・吸水率の相関図

2.2.2 砕石におけるアルカリシリカ反応性

東北地方の砕石のアルカリシリカ反応性の研究⁶⁾は砕石研究会において東北6県で産出されている砕石145試料について調査した結果が報告がされている。化学法による判定結果は34試料が「無害でない」と判定され、うち安山岩は84試料中29試料が「無害でない」と判定されている。判定結果を図5に示す。

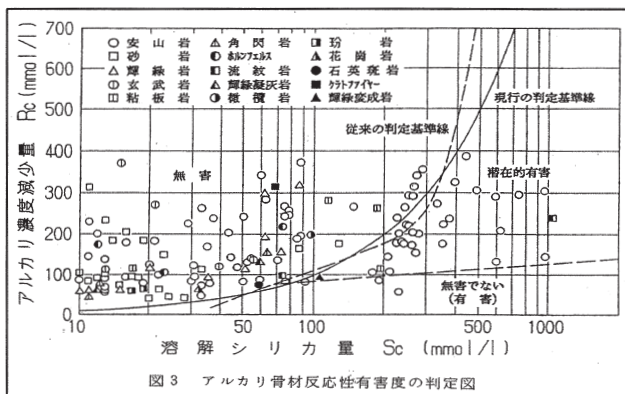


図5 アルカリ骨材反応性有害度の判定図

同報告ではさらに化学法で無害でないと判定された骨材と無害の骨材でモルタルバー法試験を実施している。まず促進法(アルカリ濃度 2.0%)で試験を行い、有害な膨張を示した試料について無添加法(アルカリ濃度 0.6%)として試験をした結果を図6に示す。

化学法で無害でないと判定された骨材でも無添加モルタルバー法では1試料を除き無害となっている。このことは東北地方の砕石は、潜在的に有害性を有しつつも実際の被害は極めてまれであることと一致する。

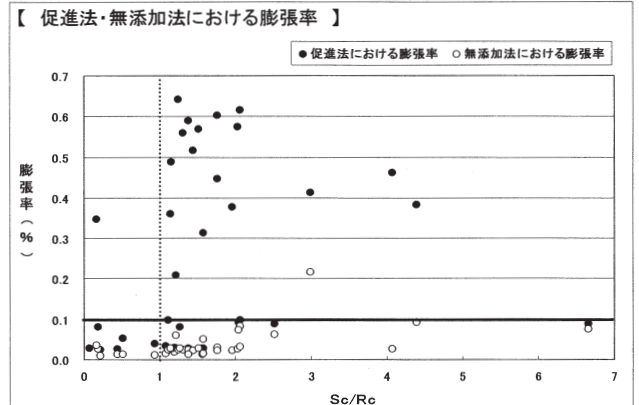


図6 促進法・無添加法における膨張量

2.2.3 その他の品質

安定性、すりへり減量、圧縮強度等についても概ね密度・吸水率と同様の傾向である。砂利、砂の品質については東北6県のまとまった資料が見当たらず、具体的な数値は不明であるが、品質的分布は砕石と同様ではないと思われる。

2.3 東北地方における骨材製造の特色

骨材に関わる東北地方の現状から以下の特色があげられる。

- (1) 原石の種類及びその品質に地域的かたよりのある。
- (2) 凍害や塩害に対する耐久性を求められる。
- (3) 他地域に比べ品質管理、品質保証に関する対応が遅れている。

3. 東北地方におけるこれまでの取り組み

東北地方では25年前に日本砕石協会東北地方本部と東北大、岩手大、秋田大により「砕石研究会」が発足され産・学連携して東北地方の砕石工場を詳細にわたり実態調査をしている。その報告書は原石の品質から可採鉱量、生産規模、製造工程等多岐にわたり、東北地方の砕石業の実態が一目でわかる貴重な内容である。また、環境、景観、資源、公災害等砕石業が抱える課題についての研究提言がなされている。

また現在、東北地方整備局所管による「東北地方におけるコンクリート構造物の耐久性向上検討委員会」において、東北地方のコンクリート製造に関わるガイドブックの作成が進められている。その中で東北地方の環境条件を考慮したコン

クリート構造物の耐久性の確保、骨材の地産地消の推進、低品質骨材の利用等について東北地方特有の自然環境や、現状に即して骨材に求められていること、骨材ができることについて検討している。

4. 今後の課題と対応

4.1 砕石製造工程でできること

砕石業においても今後安定した品質を維持する管理能力とトレーサビリティの確保が求められるであろう。2009年3月、コンクリート用砕石砕砂のJIS改正及び、コンクリート用砕石粉のJISが制定にされた。主な改正点は粒度区分の細分化、粒形判定実積率の向上、微粒分量の緩和及び、乾式により製造される砕石粉の有効利用である。これから砕石業者には、より細分化（グレード分けを含めて）された製品群の管理、製造工程において作りこめる品質について、いかに精密に制御できる能力があるかが問われてくるであろう。骨材には密度や吸水率、アルカリ反応性等現在の製造技術では作り込めない品質がある。制御できない品質規格については単純な選別が行われるのみである。砕石製造工程において品質改善が可能な項目と困難な項目を表1に示す。

表1 砕石製造工程における品質変動因子

工程	掘る(選別する)	砕く(丸める)	分ける(洗う)	混ぜる
作り込める品質	有機不純物 軟石量 粘土塊量 塩化物量	粒度 粒形 単位容積質量 実積量	粒度 微粒分量	未知の領域
部分的に期待できる品質	密度 吸水率 安定性 すりへり減量 (アルカリ反応性)	密度 吸水率 軟石量 粘土塊量 微粒分量	単位容積質量 実積量	
作り込めない品質	密度 吸水率 安定性 すりへり減量 アルカリ反応性			

砕石製造の基本的工程は「掘ること」「砕くこと」「分けること」である。工程での品質因子は、採掘工程では異物や不純物の除去、破碎工程では破碎物全体の粒度や粒形、選別工程では製品単体の粒度、微粒分量である。品質を左右する工程因子は限られており、現在の製造技術では色、密度・吸水率、安定性、硬度、強度、化学的安定性、等々制御できない項目がある。骨材製造にあたってはできないことを短所と捉えるのではなく、積極的に生かす意識と工夫が求められてくるであろう。また、これからは「混ぜる」作業の重要性が増すのではないかと考える。粒度、実積率、密度・吸水率の調整等、骨材どうしの混合に限らず、異種類素材の混合等、今まではなかった未知の領域へ踏み込める可能性もあるのではないだろうか。さらに今後、骨材業界においても「固める」ことを視野に入れ、コンクリート製造分野等との技術連携により新たな機会が生まれる可能性も期待したい。

4.2 省資源と地産地消

現在、砕石製造工場においては一定の品質基準を満足するために少なからず選別採掘が行われている。しかし、骨材も限りある資源であり、すべての規格値を満足する製品を供給し続けることは資源の浪費にならないだろうか。また、地下資源の開発は森林の伐採や地形の改変を伴うため、少ない開発区域の中で効率のよい資源の採取が重要となる。良質な岩種の採取が見込めない地域では、省資源は特に重要な課題となるのではないかと。さらに、遠距離輸送による二酸化炭素の排出は地球温暖化へとつながる。地産地消について考えるべきときでもあろう。

秋田県においては、密度、吸水率の基準の緩和がなされている反面、コンクリート構造物の重要度の検討、骨材の品質確認の頻度、方法の見直しや、完成後のコンクリート構造物の追跡調査を実施することで低品質骨材の活用がなされている事例がある。また、日本コンクリート工学協会の骨材の品質と有効利用に関する研究委員会の報告では、性能規定をふまえた目的別品質規格のありかたを提唱している。図7にイメージ図を示す。

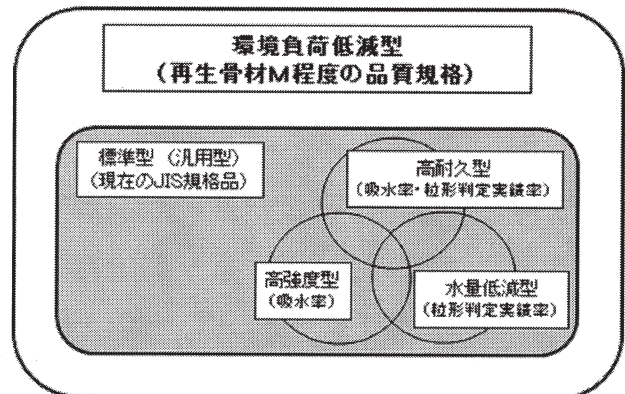


図7 目的志向型の骨材の品質規格のイメージ図

環境負荷低減型の骨材は現在のコンクリート用砕石のJIS規格を満たしてはいない。しかし使用条件や試験方法、判定基準、管理基準を考慮し積極的に利用すべきであるとの提唱であり、まさに適材適所の考え方である。現実として目的志向型で骨材を利用しようとするといろいろな課題が出てくるであろう。しかし、そろそろ環境や省資源を真剣に考えるときがきている。骨材業界も例外ではない。

4.3 製造業としての砕石業

日本のモノづくりの歴史は、いい物を作ろうとする工夫と努力の積み重ねであり、またその循環であった。現在、性能規定型のモノづくりに移行する中で、性能と価値の適正な評価が行われているであろうか。適正な評価がされないこと、効率や市場の要求を優先することでモノ作りの本質が見失われることはないだろうか。

図8のような模式を考えた。

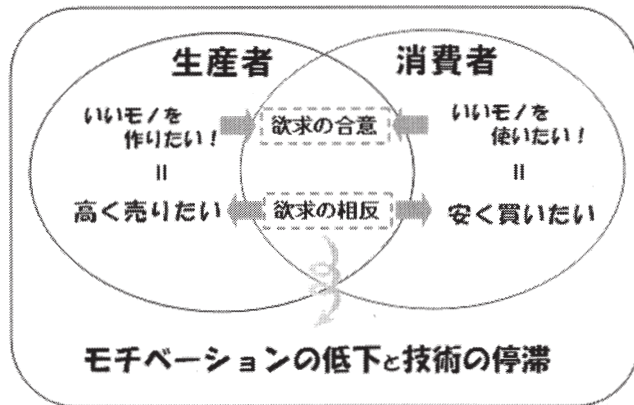


図8 生産と消費における価値評価の関係

昔は時間と手間をかけた贅沢なモノづくりが行われ、その過程で自然に技術が蓄積されてきた。今は効率や市場の要求が優先されモノ作りのモチベーションが低下してはいまいか。そのことにより技術が停滞することがあってはならない。骨材製造においても品質を作りこむ技術について価値観まで含めてゼロベースで見直す必要があるのではないだろうか。骨材メーカーは省資源、地産地消をコンセプトに性能を的確に把握し、品質管理を充実させることで、規模の大小や原料の良否にかかわらず積極的に品質情報を公開し、安全で安心な品質の保証された骨材製造に知恵と資源を結集させるときであろう。そのことは、全国一律ではなく、東北独自としても実行可能なことである、今後産・学・官一体の取り組みが期待される。

5. おわりに

今回、東北地方における骨材の現状、これからの課題について主に品質と製造の面から考えてみた。

日本においてもコンクリートが文化として後世に伝えられるよう、質の高いコンクリート製造に骨材業界として寄与できることを願いたい。

今回の発表にあたりご助言、ご協力をいただきました岩手大学大塚先生、秋田大学今井先生、東北大学久田先生、建材試験センター真野氏、日本砕石協会東北地方本部高橋氏に紙面をお借りして感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課
平成 19 年採石等統計年報
- 2) 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課
平成 19 年生コンクリート統計年報
- 3) 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課

砕石動態統計調査

- 4) 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課
平成 18 年度砂利業務状況報告
- 5) 砕石研究会
東北地方の砕石山の現状に関する調査研究
- 6) 砕石研究会 (岩手大学 関本・大塚)
東北 6 県産砕石のアルカリ反応性に関する調査研究

(2009 年 8 月 19 日受付 2009 年 10 月 30 日受理)