

耐腐食・付着性を有する硫黄固化体の温泉用途への適用に関する調査研究

斉藤雅樹*・谷口秀樹*

*地域資源担当

Application of Sulfur-solidified Material Characterized by Preventing Erosion/Scaling for Hot Spring Facilities

Masaki SAITO*, Hideki TANIGUCHI*

*Regional Resources Group

要 旨

耐腐食・付着性を有する硫黄固化体について、温泉用途への適用を課題として、文献や先進地事例などの調査研究を行った。

1. はじめに

硫黄固化体とは、7～8割の骨材と2～3割の改質硫黄粉末から構成されるコンクリート状の外観を有する材料である(Fig.1)。この硫黄固化体の開発の歴史は古く、百年程度前から硫黄と骨材を混合したコンクリート状の材料が各所で試されてきたが、環境中に広く生息する硫酸化細菌に侵食されやすいなど長寿命化が困難であり、本格的な実用化に至らなかった。

十数年前より新日本石油(株)などのグループが硫黄にオレフィン系添加材を加えて安定化させる手法で改質硫黄固化体の実用化研究を実施しており、他の石油会社も数年遅れて追従の動きを見せている。新日本石油(株)はこれまで約80件程度の特許出願を行うなど、硫黄固化体技術のトップランナーである。長寿命化に成功した改質硫黄固化体「レコサル」は数年前から各地で試験的な施工が開始されている。

大分県産業科学技術センターでは同社と共同で温泉用途への適用を目的に、各泉質の温泉施設で試験を行ううち、当初から硫黄固化体の特長として挙げられていた酸に対する耐腐食性の他、温泉成分の析出・付着物である「スケール」の抑制効果があることを見出した。そこで、平成19年度に同社からの委託研究でスケール付着の著しい大分県内の温泉施設3箇所で行った結果、硫黄固化体の使用は特にカルシウム・マグネシウム系の泉質の温泉にてスケールを抑制する効果があることが判明したため、特許共同出願に至った。

平成20年度からは、菅建材工業(株)などと共に県循環型環境産業創出事業にて、大分コンビナート地域で年間約5万トン発生する硫黄と、十数万トン以上発生する無機系副生成物等を原料として使用可能な硫黄固化体の技術・市場調査と基礎的な技術検討を行っている。今回は、その枠組みに

おいて耐腐食・付着性を有する硫黄固化体について、温泉用途への適用を課題として、文献や先進地事例などの調査を行った。



Fig.1 硫黄固化体(R)とコンクリート(C)

2. 文献調査

<原料の硫黄をめぐる資源状況について>

近年、世界的に石油製品のサルファーフリー(ゼロ硫黄)化への規制が強化されてきている。サルファーフリー燃料の流通は、大気汚染の抑制だけでなく、自動車の燃費が改善し、CO₂排出量の削減が達成されて地球温暖化防止に寄与するとされている。

日本では、ガソリンについては平成20年1月から、軽油については平成19年1月から硫黄分を10ppm以下にするサルファーフリー規制が始まった¹⁾。すでに石油業界では、平成17年に規制を先取りして、ガソリンと軽油についてサルファーフリー化を完了させている。欧米や中国などアジア諸国でも同様の状況である。

一方, Fig.2 に示すとおり, 中国をはじめとするアジア新興諸国では石油需要が急増しており, 原油価格高騰や世界的不況の影響はあるものの, 今後も長期的傾向としての需要増は継続すると考えられている¹⁾. この, 硫黄排出の規制強化と石油需要の増加は, 結果として精油所からの硫黄発生量の増大傾向を意味している.

近い将来, 製油所から発生する硫黄の最終処分問題が深刻化する懸念が出てきている. 現在, 日本で発生した硫黄は主に中国に肥料原料等として輸出されている. 欧米の製油所より発生する硫黄はカナダなどに膨大な量が固体のまま野積みされる(Fig.3). 環境配慮の面などから規制が強化されると中国の硫黄市場をめぐる国際競争に発展し, 結果として日本の硫黄処分が困難となり産業廃棄物化する懸念が指摘されている²⁾.



Fig.3 バンクーバー港に野積みされる硫黄
("Panoramio"より引用)

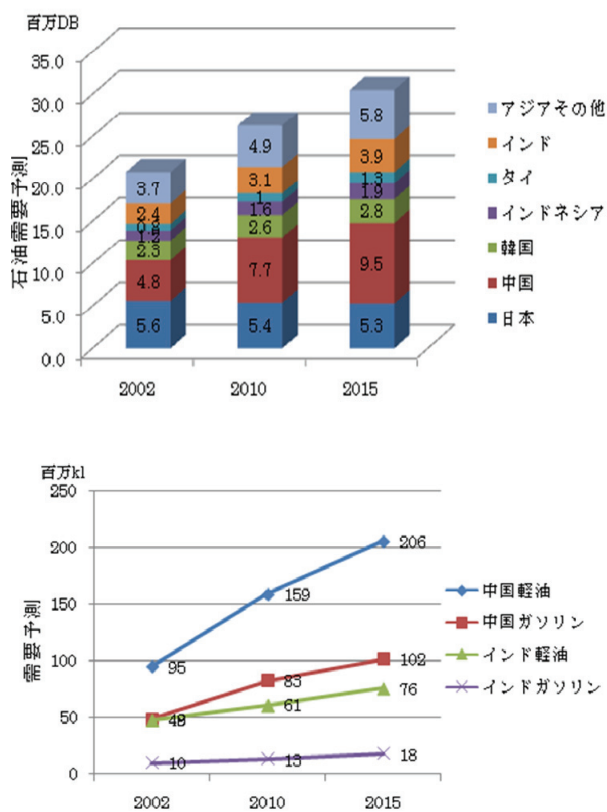


Fig.2 アジアの石油需要
(出所: 日本エネルギー経済研究所)

特に, 日本は世界で唯一の「熔融硫黄のみ取り扱う国」であり, 危険物である成型あるいは固形硫黄の輸送船については入出港が禁止されている特殊な事情がある. 日本の対中硫黄(熔融)輸出の競争相手はカナダであるが, カナダ産の固形硫黄(バラ積みが可能)と比べ, 熔融硫黄を海上輸送するためには常時保温の専用の熔融硫黄タンカーが必要であり, 出荷・受入側双方で熔融硫黄貯蔵タンクが必要であるため, 日本産の硫黄は海上輸送コストの面で割高である.

日本の回収硫黄の生産量は平成12年の200万トンから減少傾向を示し, 平成19年には180万トンを割る見通しであるとされている. 反面, 内需低迷で輸出も110トン程度で若干の低下の見通しである. 世界的な硫黄余剰の圧迫は避けられず, 日本の硫黄需給は極めて脆弱なバランスの上に成り立っているとされる.

このため, 日本で仮に供給チェーン(脱硫・回収→貯蔵タンク→海上輸送→輸出)にトラブルが発生すれば直ちに製油所の硫黄貯蔵タンクが容量オーバーとなり, 脱硫装置の操業が停止する可能性が高い²⁾.

従って, 硫酸や合成繊維の原料源として輸出先の確保が重要であるとともに, 硫黄の新規用途開発を進め, 国産硫黄のための国内市場の拡大を図る必要性が指摘されている²⁾.

世界的に硫黄は余剰傾向が予測されており, 世界の全硫黄(回収硫黄含む)生産量は, 約6,360万トン(平成14年)に達し, その後, 年率2.9%の割合で増加し, 19年には7,090万トンに達する見通しである. 一方, 硫黄消費量はこの生産量増加に追いつかず, 毎年余剰硫黄が累積される見通しである. 14年末現在既に160万トンの設備余剰が存在し, 19年末には790万トンに達する見通しである. このため累積ベースの硫黄在庫量は12年の2,480万トンから19年には5,760万tに増加し, 未処理硫黄の形でカナダ及び旧ソ連諸国等において野積みされる見通しである²⁾.

世界の硫黄輸出量(単体)は, 最大であるカナダが31%,

旧ソ連 14%, サウジアラビア 10%, UAE8%, 日本 5%などとなっている。カナダの輸出先はアジア, 北米向けが中心で, 旧ソ連・サウジアラビア・UAE はそれぞれアフリカ向けが中心, 日本はアジア向けが中心となっている²⁾。

3. まとめ

文献調査により, 世界的な硫黄余剰の傾向は不可避なものであり, 溶解硫黄を取り扱わざるを得ない日本の硫黄の供給チェーンは価格競争力で弱い面から脆弱な状況にあることがわかる。供給の流れにトラブルが発生すれば直ちに製油所の脱硫装置の操業停止, すなわち石油製品生産に影響を及ぼす可能性が高いこと, また, 輸出先の確保とともに, 硫黄の新規用途開発を進め, 市場の拡大を図る必要性が指摘されている。

その中にあって, 硫黄固化体は, 主成分が硫黄および無機副生成物という石油コンビナート内で入手可能な工業副生成物である特徴を持ち, 従来のコンクリートにない, 耐酸性, 耐腐食性・付着性などの特性を有する材料であり, 用途開発次第で高付加価値の材料として市場が飛躍的に拡大する可能性を秘めている。

温泉用途はその中の一つであるが, 先進地である青森県では酸ヶ湯温泉にて, 北海道では洞爺湖温泉にて, それぞれ目地などの試験的な施工が行われ, 耐腐食性について高い評価を受けているところである。また, 大分県産業科学技術センターのグループが発見した「耐付着性」についても効果が観察されている。

特に青森県では, 県の事業として「レコサール(改質硫黄固化体の商品名)に関する新ビジネス」が公募されており, 行政という公的な立場にありながら地域素材を活用する面を重視して一民間企業の商品の用途開発を支援する取り組みがなされており, 注目に値する。それだけ硫黄固化体が, 硫黄および無機副生成物の新たな用途として評価され, 期待されている証しであろう。

幸い, 大分県では「温泉」という市場にターゲットを絞って硫黄固化体の用途開発に着手しており, 特に「耐付着性」に着目し, スケール抑制技術について特許共同出願を行うなど, 独自の位置を占めている。また, 大分県には九州で唯一の石油コンビナートがあり, 硫黄固化体がこの地域で年間約5万トン発生する硫黄と, 十数万トン以上発生する無機系副生成物等を原料に使用可能であるという資源調達的面から有利な立場にあることも興味深い。

今後, 温泉分野における技術的な優位性を確保し, 市場規模を活用するためにも, この分野における各種実験や試験施工の実績を積み重ね, 事業化へと前進させることが望ましいと考えられる。

参考文献

- (1) 松村幾敏:石油と新液体燃料の展望, 季報「エネルギー総合工学」誌, Vol29 No.4, 2007
- (2) 渋谷祐:硫黄処分問題の深刻化が東シベリア原油への追い風にー世界的な環境規制強化で回収硫黄が産業廃棄物化懸念ー:「石油/天然ガス」誌, レビュー'04/1.3, 2004
- (3) A. Shimazaki, (財)石油産業活性化センター:日本のサルファフリー燃料技術と環境保全対策について, 2006
- (4) 石油連盟:石油とエコ〜サルファフリーについて, 石油連盟ホームページ