

## 東京湾第一海堡で使用された瀝青防水材料の分析結果

東亜道路工業株式会社 正会員 ○平戸 利明  
 同 正会員 永原 篤  
 国土交通省 関東地方整備局 正会員 野口 孝俊

## 1. はじめに

東京湾第一海堡（以下、第一海堡）の倉庫や砲台などの建築物には、防水材料として瀝青材料が使用されている。建築雑誌<sup>1)</sup>では、秋田県豊川油田より採取した天然アスファルト（製品名：万代石）を相州観音崎、猿島富津の砲台に利用したと記述されているが、明確に分析されたことはない。

本報告は、明治初期に第一海堡で使用された瀝青防水材料の由来を化学的に判定することを目的としている。本稿では、瀝青防水材料と入手可能な天然アスファルトについて化学分析により比較した結果の一部を述べる。本調査は東京湾口航路事務所が第一海堡所有者の上陸許可を受けて調査を実施した。

## 2. 第一海堡から採取した瀝青防水材料の概要

第一海堡は、東京湾防御のため富津から横須賀間の防御線の一つとして、千葉県富津岬の先端に建設されたものである。施工は1881年（明治14）8月から始められ1890年（明治23）12月に竣工した。この期間の中で瀝青防水材料が施工された時期は不明であるが、施工からおおむね130年以上が経過していることとなる。

第一海堡で使用されている瀝青防水材を5か所から入手した。これらは同一材料であるかどうかは不明であるが、別途分析した結果<sup>2)</sup>、組成よりおおむね2種類に大別できる。ここではその代表的な2種類（No.3、No.5）について選定し、他の天然アスファルトとの比較検証を行った。

## 3. 分析した試料

表-1 に分析した試料の概要、写真-1 に第一海堡の瀝青防水材の採取箇所を示す。No.3 は煉瓦壁面に瀝青防水材が流れている箇所より採取した。ここは、構造物で覆われていた箇所であり、瀝青材特有の臭気が確認された。また、No.5 は構造物上部に塗布されていたものから採取した。インドネシア産の天然アスファルトは針入度の異なる2種類（Asphalt Lawele, Buton Rock Asphalt）を準備した。万代石は国産の天然アスファルトであり秋田県豊川油田より入手したものである。利用しやすいようにブロック状に加工してあるものから一部を切り取り試料とした。ストレートアスファルト（以下、ストアス）、ギルソナイト、トリニダットレイクアスファルト（以下、TLA）およびコールタールは、現在入手できる市販品のものを用いた。天然アスファルトの入手したタイミングはそれぞれ異なる。

表-1 試料の内容

種類	表記名	針入度 1/10mm	軟化点 °C
ストレートアスファルト60/80	ストアス	60	48.0
トリニダットレイクアスファルト	TLA	2	96.5
Asphalt Lawele	AL	40	54.0
Buton Rock Asphalt	BRA	16	62.0
ギルソナイト	Gilsonite	0	170.0
万代石(秋田産)	万代石	2	125.5
第1海堡 壁面部	No.3	※	68.1
第1海堡 屋上部	No.5	※	125.8
コールタール	Coal Tar	N/A	N/A

※試料が少量のため試験が不可能

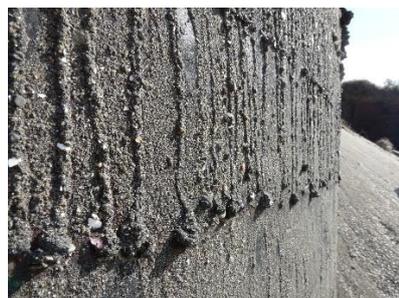


写真-1 第一海堡より入手した瀝青防水材の使用状況と万代石（左：No.3、中央：No.5、右：万代石）

キーワード 天然アスファルト、秋田県豊川油田、東京湾第一海堡、防水材料、瀝青

連絡先 〒300-2622 茨城県つくば市要 315-126 TEL 029-877-4150

## 4. 分析方法

分析は、組成分析と赤外分光分析を行った。各試験は舗装調査試験法便覧に準拠した。ストアス、ギルソナイト、コールタール以外の試料は鉛物を多く含んでいるため、分析を行う前の前処理として、*n*-プロピルブロマイドで溶解させ、フィルターにより鉛物をろ過し、乾燥させた。

## 5. 分析結果

### (1) 赤外分光分析の結果

図-1に赤外分光分析の結果を示す。第一海堡の瀝青材料は130年以上前の瀝青材であり、劣化が進行しているため、酸化劣化に伴うカルボキシル基の吸収スペクトル ( $1700\text{cm}^{-1}$ ) が見られた。No.3は、コールタールと同様に  $900$  から  $700\text{cm}^{-1}$  および  $3100\text{cm}^{-1}$  付近に特有の吸収帯がみられた。No.3はNo.5と比較し軟化点も低いいため、コールタールのような軽質分が多く含まれていると考えられる。一方で、No.5は万代石とほぼ同様なスペクトルを示し、また軟化点もほぼ同程度の値であることから、文献に示されている通り同一材料の可能性が高い。

### (2) 組成分析の結果

図-2に組成分析の結果を示す。天然アスファルトの組成は産地で大きく異なる。ギルソナイトではほとんど飽和分や芳香族分を含んでいないが、TLA やインドネシア産アスファルトでは、飽和分や芳香族分を含んでおり、これらは同様な組成構成といえる。第一海堡のNo.5は、ストアスと比較すると飽和分を多く含んでおり、万代石と同様な組成を示す。一方、No.3は、コールタールに近い組成に見られるがアスファルテン分が低く、飽和分が含まれていることから同一とは考えにくい。万代石とアスファルトの混合物の可能性もあるが、他の分析が必要と考えられる。

既往の研究<sup>3)</sup>で調査された軍艦島構造物の屋上アスファルト防水層で使用されていた材料の組成と比較すると、第一海堡の瀝青材料の組成は大きく異なり、軍艦島の瀝青材料は特にアスファルテン分が多い。これは施工時に使用された瀝青材の組成がもともと異なることが大きな要因と考えられ、組成の経時変化は使用材料の組成に大きく依存することが分かる。

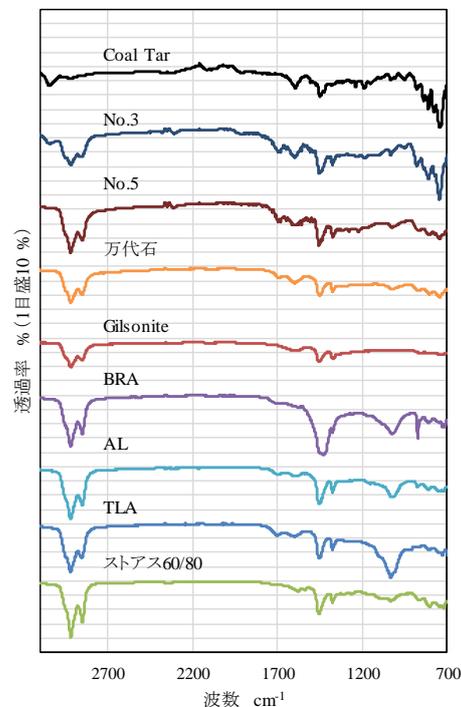


図-1 赤外分光分析の結果

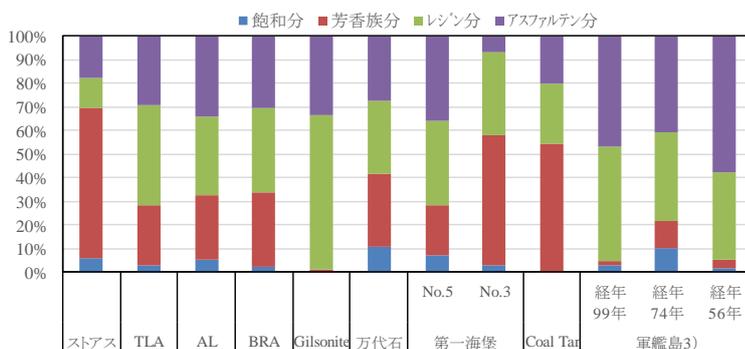


図-2 組成分析結果

## 6. おわりに

本報告では定性的な分析に留まっているが、第一海堡の比較的劣化の進行していない試料や万代石など貴重な試料について分析することができた。今後さらに多面的な分析を行い、明治初期に利用された瀝青材料の由来について明らかにしたい。最後に豊川油田の歴史を伝える会の皆様には万代石の試料をご提供いただき、ここに謝意を申し上げます。

### 参考文献

- 1) 一般社団法人日本建築学会, 建築雑誌, 第50号, pp.40-41, 1891
- 2) 永原他, 東京湾第一海堡から考察する明治期のアスファルト防水技術, 土木学会年次学術講演会, 2020.9 (投稿中)
- 3) 鈴木他, 軍艦島構造物の屋上防水層調査(その2) アスファルト防水層の分析, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.827-828, 2017.8