

東京湾第一海堡調査から考察する明治期のアスファルト防水技術

東亜道路工業(株) 正会員○永原 篤

東亜道路工業(株) 正会員 平戸 利明

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)は、明治初期に東京防衛を目的として東京湾口部に建設された海上要塞の一つである。千葉県富津岬の先端に位置する第一海堡は、1881年(明治14)8月に着工した後、1890年(明治23)12月に竣工した。第一海堡は、軍事施設であるため構造物建設後は、砂等で覆土され地下構造物となっていた。この構造物には、コンクリートや煉瓦が用いられており、その外壁部には、防湿・防水を目的として黒色の粘稠材料(以下、防水材と称す)が塗布されている。本報告では、竣工から約130年が経過した第一海堡の防水材について現況調査や化学分析を行い、材料の劣化状態や防水材を構成する材料判別について化学分析結果および建設当時の文献などから明治期の防水技術について考察を行った。なお、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ものである。

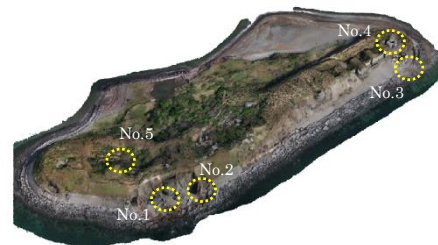


図-1 試料採取箇所



写真-1 第一海堡構造物

2. 第一海堡における防水材調査概要

(1) 防水材の現況調査と明治期の天然アスファルト

第一海堡に使用された防水材の調査を行うため、図-1に示す箇所から試料採取を行った。現在は、構造物の崩落箇所が散見され、一部防水材が露出していた。砂に埋没している試料や流動して厚みがある試料内部では、光沢や多環芳香族特有の臭気が残存している状態であった。さらに一部の防水材は、貝殻状に破断したことからアスファルトが混合されていると考えられた。このアスファルトは、明治期の国内生産量記録より秋田県産の天然アスファルト(以下、天然As)であると考えられた。ここでは、明治期における防水技術について考察するため、秋田県豊川油田より明治末期に作られた天然As製品「万代石」を入手し、さらには、採取試料の臭気からコールタール(以下、CT)についても第一海堡採取試料と同様に分析・考察した。

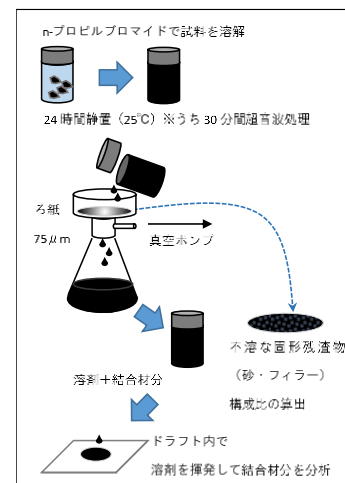


図-2 常温回収手順

(2) 防水材の残存状況と材料構成について

第一海堡の構造物には、写真-1に示すようにコンクリートや煉瓦が用いられ、外壁の防水材は1~15mm程度の厚みで残存していた。防水材(特にCT)は、気温や紫外線、酸素との接触によりその組成が変化するため、極力外気との接触のない砂に埋没された箇所および曝露箇所の試料を採取した。採取試料には、砂が含まれており、化学分析を行うために固形物を分離する必要があった。この分離方法については、試料の変質を避ける目的で図-2に示す常温回収方法を考案して、採取試料から結合材分のみを取り出した。表-1に各試料採取箇所の防水材残存状況と防水材の材料構成率を示す。No.1~4までの海に面する構造物壁面の防水材は、流動が認められる他、固形物含有量が多いことがわかる。一方、内陸のNo.5は、構造物の屋上部に水平に塗布されており、固形物として

キーワード 東京湾第一海堡, 防水材, 明治期, 常温回収方法, 天然アスファルト

連絡先 〒300-2622 茨城県つくば市要 315-126 Tel:029-877-4510

繊維が含まれていた。これにより壁面と屋上それぞれ2種類の防水技術が用いられていたことがわかる。

3. 防水材の化学分析

回収した結合材について以下の分析試験を実施した。

- ・赤外分光分析：ATR 法
- ・組成分析：石油学会法 JPI-5S-70-10 TLC/FID 法
- ・エネルギー分散型蛍光 X 線分析：炭素-硫黄元素比較

4. 化学分析結果と考察

(1) 赤外分光分析

赤外分光分析の結果を図-3に示す。No.1~4の防水材は、CTと同様に 3100cm^{-1} , $900\text{-}700\text{cm}^{-1}$ 付近に特徴的な吸収ピークを有しており、多環芳香族を多く含有する結果であった。一方で、No.5や万代石には、上記の多環芳香族を示す吸収ピークは認められず天然 As であると言える。

(2) 組成分析

組成分析結果を図-4に示す。万代石に比べ No.1~4は、飽和分が少い。これは飽和分を含まない CT とアスファルトとの混合物であることを示している。また、No.1はレジン、アスファルテン分が多く、劣化の進行が窺える。一方、No.5は万代石と同程度の飽和分を含んでいることから天然 As であると言える。

(3) X線分析

炭素-硫黄元素比較結果を図-5に示す。万代石およびCTの炭素および硫黄含有率から No.1~4が混合物であることが窺える。No.5については、硫黄含有率が高いため、別素材であると言える。文献²⁾によれば、輸入天然 As 成分を参考にして国産天然 As に硫黄を添加することで、弾性が向上することを確認している。これは、防水材としても有意な性状であることから No.5は、国産天然 As に硫黄を添加した改質 As であった可能性も残る。

5. おわりに

第一海堡の防水材のうち、CTは、変質しやすい材料と考えられていたことから砂で埋没させる壁面部には、天然 As と CT の混合防水が、曝露される屋上部には、天然 As そのものが用いられていたと考えられる。これら天然 As は、秋田県豊川油田産の可能性が非常に高く、CTについても、文献³⁾から国産であった可能性があるため今後は、より確度の高い分析方法を探し、由来を明確にしていきたい。

最後に、万代石をご提供頂いた豊川油田の歴史を伝える会の関係各位、ご助言頂いた佐々木榮一氏に謝意を示す。

参考文献

- 1) (一社)日本アスファルト協会, アスファルト統計史, pp.2-3, 1987.12
- 2) 田村健二, アスファルト工業, pp.60-61, 1911.8
- 3) 例えば, 日本タール協会, タール工業五十年史, pp.15-16, 1951.12

表-1 各試料採取箇所の防水材

試料	外観	臭気	厚み		防水材構成率		固形材料内容
			最小(mm)	最大(mm)	固形(wt%)	結合材(wt%)	
No.1	曝露部：表面光沢なし 断面は、内部光沢	芳香族系	2	10	88.0	12.0	砂
No.2	埋没箇所：光沢	芳香族系	1	15	84.5	15.5	砂
No.3	曝露部：表面光沢なし 断面は、内部光沢	芳香族系	1	10	84.2	15.8	砂
No.4	曝露部：表面光沢なし 断面は、内部光沢	芳香族系	2	15	53.1	46.9	砂
No.5	曝露部： 破断面は、貝殻状で光沢	無臭	10 (一定)		8.3	91.7	繊維

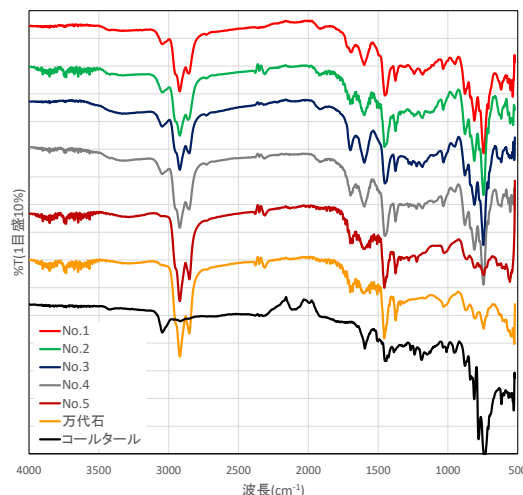


図-3 赤外分光分析結果

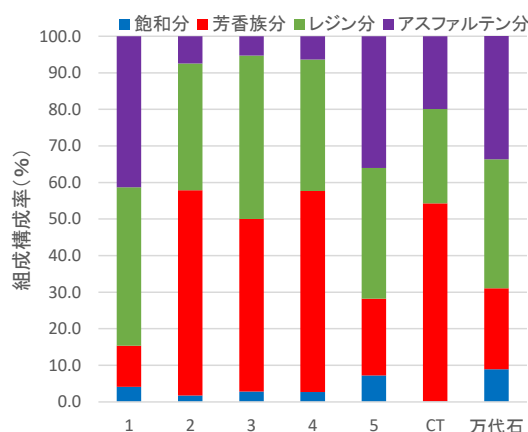


図-4 組成分析結果

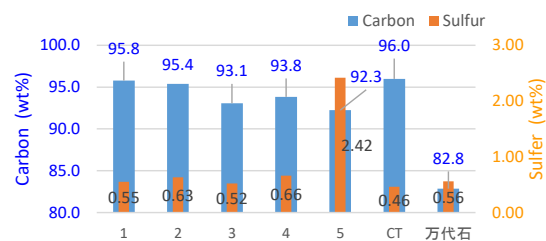


図-5 炭素-硫黄元素比較