

# 旧函館軍事要塞の築城に用いられたセメントの化学分析

Chemical analysis of Cements used for Hakodate military fortress facilities constructed in the Meiji era.

函館市土木部  
 (株) ドーコン  
 (株) リテック  
 (株) ドーコン  
 フジコンサルタンツ (株)

非会員  
 正会員  
 ○正会員  
 フェロー  
 非会員

大久保市郎 (Ichiro Ohkubo)  
 小林 竜太 (Ryuta Kobayashi)  
 朝倉 啓仁 (Keiji Asakura)  
 進藤 義郎 (Yoshiro Shindo)  
 星 俊彦 (Toshihiko Hoshi)

## 1. はじめに

我が国におけるセメントの製造は明治期にさかのぼり、1873年(M6)には東京・深川に初の官営セメント工場が建設、ついで1881年(M14)には山口県・小野田市に初の民営セメント工場が建設された。一方、北海道においては1892年(M25)上磯村にて北海道セメント(株)が製造を開始している。明治期におけるセメント工業は欧米の技術を導入し国産化を開始した黎明期にあたり、それ故に当時最先端の土木技術を結集し、セメントの製造・品質管理、コンクリートの施工がなされたものと考えられる。

著者らは、函館山に明治期建設された旧函館軍事要塞(以下、函館要塞)の調査結果を既に報告<sup>\*1</sup>しているが、本報告は函館要塞に使用されたセメントの特徴を分析すると共に、同時期に国内で使用されたセメントとの比較を試みたものである。

## 2. セメントの化学分析

### 2.1 函館要塞の調査位置

函館要塞は日露戦争を控えた1898年(M31)~1902年(M35)に函館港の防備を目的として旧陸軍が函館山に建設した軍事施設であり、今回化学分析結果を報告する主要な要塞施設の位置を図-1に示す。

### 2.2 セメントの化学分析の方法

函館要塞の各施設から採取したモルタル片あるいはコンクリート片を試料とし、以下の手順にてセメントの化学分析を行った。

- ①試料の粗砕 ②モルタルの採取
- ③少量のアセトンを入れた鉄乳鉢にて試料を粗砕し、摩砕する(砂を過粉碎しないように留意した)。
- ④0.3mmふるいと0.075mmふるいの2段ふるいにより、0.075mm以下の粒子をアセトンにて洗浄分離する。
- ⑤0.075mm残分は③と④を繰り返し、0.075mm以下の試料を5g程度採取する。
- ⑥試料を希塩酸(1+100)による溶解処理後ろ過し、ろ液中のCaO, MgOの定量はキレート滴定、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は吸光光度法、SO<sub>3</sub>は沈殿法、SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は誘導結合高周波プラズマ(ICP)発光分析により定量した。
- ⑦最後に、1000℃での強熱減量(ig.loss)と不溶解残分(insol.)を定量し、上記6成分をセメントに起因する成分として換算した。

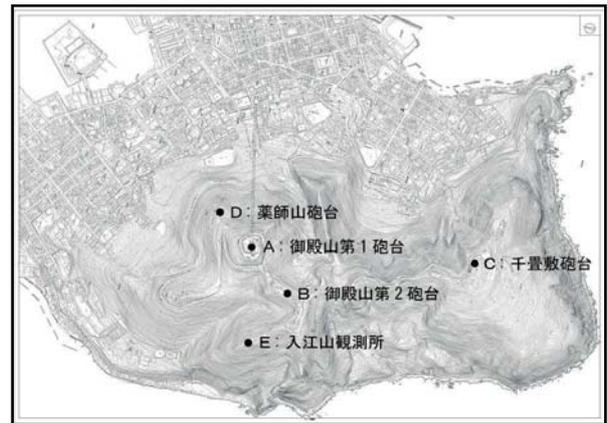


図-1 函館要塞の主要施設位置図

表-1 函館要塞のセメントの化学分析結果(%)

施設名	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SO <sub>3</sub>
	ケイ酸	生石灰	アルミ	酸化鉄	マグネシア	無水硫酸
A:アーチ天井モルタル	21.0	60.6	6.8	2.6	3.7	1.4
B:レンガ積モルタル	2.9	51.8	8.7	2.9	4.3	---
B:石積モルタル	1.0	60.8	6.6	2.7	3.9	---
C:アーチ天井モルタル	23.7	57.9	8.7	3.0	4.1	1.3
D:アーチ天井モルタル	21.8	61.6	8.1	3.0	3.5	0.6
D:レンガ積モルタル	24.0	51.1	11.6	4.5	4.9	1.2
D:石積モルタル	26.1	51.6	11.5	0.2	3.8	1.3
E:アーチ天井モルタル	26.0	56.4	9.6	2.7	2.4	1.1
E:アーチ天井コンクリート	15.5	47.5	6.3	2.4	2.5	1.3
函館要塞平均(Bを除く)	22.6	55.2	8.9	2.6	3.6	1.2

### 2.3 函館要塞の築城に用いられたセメントの特徴

各施設の成分分析結果を表-1に示す。

いずれの施設からもマグネシア(MgO)が比較的多く含まれている分析結果を得た。この理由としては、マグネシアは原料である石灰石や粘土から供給されているため、原料にマグネシウムを多く含むものを使用していたことや両者の構成比が現在のものと異なっていたこと等が考えられる。

B施設(御殿山第2砲台)のレンガ積モルタルおよび石積モルタルはケイ酸(SiO<sub>2</sub>)が著しく小さく、石灰(CaO)が大きい結果を得た。この理由としては、ケイ酸の原料となる粘土の量が少ない、あるいは消石灰(Ca(OH)<sub>2</sub>)ベースのセメントであった可能性がある。このため、函館要塞の平均値としては他の施設と異なる特徴を持つB施設を除いた平均値として示している。

