

# 海軍第三火薬廠汽缶場跡のコンクリートの調査

毛利聰<sup>1</sup>・牧野雅司<sup>2</sup>・今村友里子<sup>3</sup>

**要旨：**本報は、海軍第三火薬廠跡の遺構のひとつである汽缶場跡の発掘調査についてコンクリートに的を絞って論じたものである。採取したコンクリートの材料、構工法に関する調査を実施し、コンクリートの性能の把握や配合、構造および構工法の推定を行った。調査の結果、遺構に使用されているコンクリートの性能は当時の技術水準と比較して標準的なものであった。また、本調査で得られたデータは、現存する技術資料が乏しい当時の鉄筋コンクリート技術の把握や評価に資するものであると考えられる。

**キーワード：**戦争遺跡、コンクリート、材料性能、構法推定、保存・活用、維持管理

## 1. はじめに

日本における鉄筋コンクリート造建築物の歴史は木造建築物や石造建築物と比べると浅く、わずか100年程度である。黎明期から高度経済成長期以前に建設された鉄筋コンクリート造建築物の内、現存するものは築50年から100年に達し、ストック型社会の形成や歴史的文化財保護の観点で適切な維持保全が求められてきている。一方、鉄筋コンクリートに関わる技術は、特に高度経済成長期を経て大きく変化しており、築50年超の鉄筋コンクリート造建築物の維持保全には鉄筋コンクリート技術の変遷を踏まえることが必要である。このことを背景に、近年、築50年を超える鉄筋コンクリート造建築物の材料、構工法、劣化状況などを調査し、既存鉄筋コンクリート造建築物の調査診断、維持保全だけではなく、これから建設する建築物の耐久性向上に寄与する資料を得ようとする取り組みが行われている<sup>1)-3)</sup>。

本報は、京都府舞鶴市に位置する海軍第三火薬廠跡の遺構のひとつである汽缶場跡の発掘調査について、コンクリートに的を絞って論じたものである。調査対象は旧日本海軍によって建設された工廠建築物の遺構である。そのため、軍関係の文書の多くが現存しない状況において、実地調査を通して当時の軍事施設に使用された材料や構工法の性能を明らかにすることは、我が国における鉄筋コンクリート技術の変遷の把握に資すると考える。また、第三火薬廠跡地に現存する他の構造物<sup>4)</sup>の保存、利活用を見越した資料の蓄積にもなると考える。

1 舞鶴工業高等専門学校 建設システム工学科  
講師

2 舞鶴工業高等専門学校 人文科学部門 准教授

3 舞鶴工業高等専門学校 建設システム工学科  
助教

## 2. 調査対象の概要

### 2. 1 第三火薬廠

海軍第三火薬廠は元々、旧中舞鶴町長浜地区に位置していた海軍爆薬部の拡大、改編により、旧朝来村へ移転され、1941年から1945年の間存在した爆薬製造プラントである。戦後は、連合軍への引き渡し後に転用、解体、もしくは一部構造物が現在まで存置されている。転用先としては住宅地、青葉山ろく公園、日本板硝子株式会社舞鶴工場、舞鶴高専などがあり、舞鶴高専周囲の山林の谷筋には一部の工場施設が残っている。

### 2. 2 汽缶場遺構

本報で調査対象とした遺構は、舞鶴高専のグラウンドから発掘されたものである。発掘調査は、グラウンドのバックネット増設工事における支柱埋設作業時に地中障害として多量のれんがや建物基礎と思われるコンクリート塊が出土した事に端を発し、2018年3月6日、7日に施工業者の協力を得て実施した。発掘された遺構はPhoto. 1, 2に示すように、何かしらの建物が解体、撤去された跡で、基礎、1階床や立ち上がりが出土したと考えられる。ちなみに、各写真中左上部に見える円形の孔は後述するコンクリートコア採取跡である。そして、文献5)より発掘を行った位置には「汽缶場」と呼ばれるボイラー（汽缶）を設置していたと考えられる施設があったとされ、本報でもその呼称を用いている。また、Photo. 3に示す1963年4月27日撮影の航空写真では遺構に該当する建物に煙突があったことが確認でき、少なくともその時期までは建物として残されており、舞鶴高専の建設時に解体された可能性が高いことが推察できる。



Photo. 1 The western part of remains of a boiler house



Photo. 2 The eastern part of remains of a boiler house



Photo. 3 The aerial photograph of a boiler house  
(Part of a photo. by Geographical Survey Institute on Apr. 27, 1964)

### 3. コンクリートの仕様

第三火薬廠に関する設計図書は現在発見できていないため、遺構の構造や構工法、材料に関する設計、仕様は明らかになっていない。そこで、第三火薬廠が建設、稼働していた当時の仕様書を参考に遺構のコンクリートの仕様を推定する。参考とした仕様書は、建築学会（現日本建築学会）編「建築工事標準仕様書」（1936年）<sup>6)</sup>、建築学会編「コンクリート及鐵筋コンクリート標準仕様書 鐵筋コンクリート構造計算規準 第7版」（1941年）<sup>7)</sup>および防衛省防衛研究所所蔵の海軍施設本部編「築城施設術参考書第六號 コンクリート工法」（発行年不明<sup>注)8)</sup>である。

Table 1 に推定した仕様を示す。配合設計については建築学会の仕様書と海軍の参考書で内容が大きく異なるため併記している。海軍の参考書における構造物別の配合比はTable 2 に示す通りである。遺構のコンクリートは「一般基礎工事」における配合に最も近いと考えられる。標準仕様書、海軍参考書いずれの配合設計法においても、配合比（かさ容積比）を決定する点、水セメント比が強度に影響を及ぼす（水セメント比説）という記述がある点は共通している。およそ大正期までは、配合比はセメント：砂：砂利=1:2:4 でほぼ一律とし、水は適当な軟度になるよう加えるよう定められていたことに比べると、コンクリート工事において近代化が進んでいたことがうかがえる。また、スランプから推察するに現在と比較すると、フレッシュコンクリートはやや軟練りで、配筋も過密とは考えにくい上でバイブレータによる締固めが導入されていることから密実なコンクリートの施工が可能であったと考えられる。ただし、細骨材率が小さい配合であるため材料分離を起こしやすいと考えられる。

Table 1 Estimated specification of concrete

| 区分 | 項目   | 仕様  |
|----|------|---|
| 構造 | 基礎・床 | ・割栗石敷設、均しコンクリートの上に施工  |
|    | かぶり  | ・部材、使用場所ごとに必要かぶり厚さを規定   |
| 材料 | セメント | ・(ポルトランドセメント)比重3.05以上<br>・圧縮強度300kg/cm <sup>2</sup> (4週)以上  |
|    | 細骨材  | ・粒径5mm以下、現在と比べて幅広い粒度の砂を使用<br>・0.3, 0.15mm(微粒分)の粒度が規定されている   |
|    | 粗骨材  | ・粒形5mm以上、最大寸法20mm   |
| 配合 | 配合設計 | (建築学会仕様書)<br>・設計基準強度、セメント強度、打込み時期(月)より水セメント比を決定<br>・水セメント比、砂・砂利の寸法、スランプを踏まえて配合比を標準配合表から決定<br>(海軍参考書)<br>・構造物の種別、重要度別に定められた配合比、水セメント比から決定(Table 2) |
|    | スランプ | ・軸部20~21cm、基礎15~20cm  |
|    | 計量   | ・セメントは重量計量(50kg/袋として袋単位でも)<br>・砂・砂利は容積計量  |
|    | 練混ぜ  | ・原則ミキサ(混合機)による機械練り  |
| 施工 | 締固め  | ・必要に応じてバイブレーター(振動機)を使用  |
|    | 養生   | ・1週間以上湿潤養生  |

Table 2 Relationship between structure class and mix proportion<sup>8)</sup>

| 構造物種別                       | 配合比(容積比) |     | 水セメント比(%) | 所要セメント量(kg/m <sup>3</sup> ) |
|-----------------------------|----------|-----|-----------|-----------------------------|
|                             | セメント     | 細骨材 |           |                             |
| 重砲弾に抵抗すべき重要部分、地中・水中工事の重要な部分 | 1        | 1.5 | 3         | 40 400                      |
| 胸牆砲床、鉄筋コンクリート構造物            | 1        | 2   | 4         | 45 325                      |
| 胸牆、地下構造、路面舗装、一般基礎工事         | 1        | 3   | 6         | 75 225                      |
| 路面舗装、基礎工事<br>(貧配合コンクリート)    | 1        | 4   | 8         | 規定期なし 160                   |
|                             | 1        | 5   | 10        | 125                         |

#### 4. 調査概要

##### 4. 1 調査項目

本調査で実施したコンクリートに関する調査項目を Table 3 に示す。調査は主に遺構の 1 階床に使用されているコンクリートを対象とし、Photo. 4 に示す位置で  $\phi 100\text{mm}$  のコアを湿式にて採取した。コア採取に先立ち、電磁波レーダー方式鉄筋探査機により周囲の鉄筋探査を行ったが、鉄筋を発見することはできず、コアにも切断した鉄筋が含まれることは無かった。加えて発掘調査時には遺構の実測、遺物の採取を行った。

#### 4. 2 コンクリート強度およびヤング係数

圧縮強度を調査するために、コア供試体の圧縮強度試験とテストハンマーによる非破壊試験を行った。コアは床下の地業された部分まで採取できたものや途中で折れてしまったものがあったが、コア供試体として欠陥が無い長さで切断し試験を行った。試験結果は JIS A 1107 (コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法) で規定されているコア供試体の高さと直径との比による補正を行った。また、コア供試体にひずみゲージを貼り付け試験中の圧縮ひずみを測定しヤング係数を JIS A 1149 (コンクリートの静弾性係数試験方法) に準じて算出した。

一方、Photo. 4 に示す位置においてテストハンマーによる強度の推定を行った。方法は土木学会「硬

Table 3 Survey items of concrete

| Item                           | Method   |
|--------------------------------|--|
| Compressive strength           | Coring(JIS A 1107), Schmidt test hammer(JSCE-G504) |
| Young's modulus                | JIS A 1149   |
| Carbonation depth              | JIS A 1152   |
| Estimating mix proportion      | Japan Cement Association method                    |
| Rock type of coarse aggregates | JCI-DD3, JCI-DD4                                   |
| Pore diameter distribution     | Mercury penetration method                         |

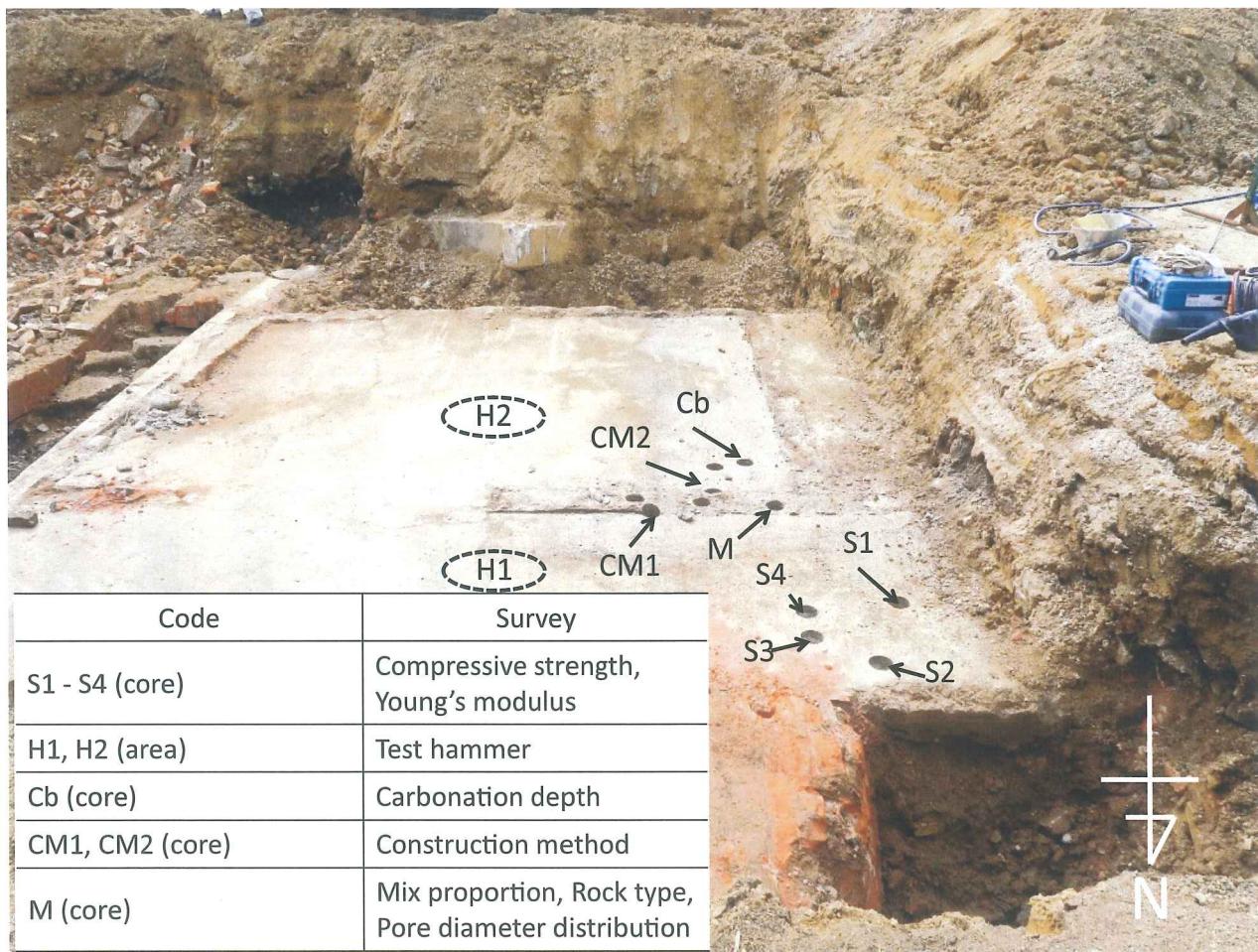


Photo. 4 Survey position (other holes: coring failed)

化コンクリートのテストハンマー強度の試験方法 (JSCE-G504)」に準拠し、測定した反発度は日本材料学会から示されている式(1)により推定強度を求めた。

$$\sigma_c = -18.0 + 1.27R_0 \quad (1)$$

ここに,  $\sigma_c$  : 推定圧縮強度 ( $N/mm^2$ ),  $R_0$  : 試験面表面の湿潤状態より補正した平均反発度

#### 4. 3 中性化深さ

採取したコアを割裂し断面にフェノールフタレン溶液を噴霧し, JIS A 1152 (コンクリートの中性化深さの測定方法) に準拠し中性化深さを測定した。中性化深さ測定に供したコアは 1 本のみで圧縮強度試験に供したものと別のものである。

#### 4. 4 配合推定

コンクリートの配合推定を試みた。試験方法は、セメント協会「硬化コンクリートの配合推定に関する共同試験報告 (F-18)」に記載されている方法に準じた。この方法は、コンクリートを微粉碎して得た試料を塩酸で処理 (セメント分を溶かす) した後、不溶残分および酸化カルシウムを定量しそれらの値からそれぞれ骨材量およびセメント量を推定する方法である。また、別の試料の吸水率から推定した自由水量と, 600°Cでの強熱減量値より推定した結合水量とを合わせて単位水量とする。この試験にはセメント、骨材の種類や特性値に関する情報が必要であるが、試験時には Table 1 に示すような当時の配合の仕様が明らかになっていなかったこともあり、現在の各構成材料の全国平均値を用いた。

#### 4. 5 岩種判定

コンクリートに使用された骨材 (粗骨材) の岩種は、日本コンクリート工学会「骨材に含まれる有害鉱物の判定 (同定) 方法 (JCI-DD3)」に準じ、肉眼およびルーペを用いて岩石の色調や組織、構成鉱物の種類や粒径を観察し、各岩石の特徴をもとに岩種の判定を行った。各岩石の構成割合は日本コンクリート工学会「有害鉱物の定量方法 (JCI-DD4)」の線積分法に準じ、コンクリートコア断面に 10mm 間隔で走査線を引き、この走査線上に現われる岩石の長さを積算、走査線総延長で除して求めた。

#### 4. 6 細孔径分布

コンクリートの中には微視的には数多くの細孔が存在し細孔径の分布はコンクリートの強度や耐久性 (物質透過性) と密接に関係する。そこで、採取したコンクリートの細孔径分布を水銀圧入法により求めた。

### 5. 調査結果と考察

#### 5. 1 コンクリート強度およびヤング係数

圧縮強度試験供試体から求めた単位容積質量は Fig. 1 に示すように供試体間で大きなばらつきは見

られなかった。一方、Fig. 2 に示す圧縮強度や Fig. 3 に示すヤング係数 (S4 は圧縮ひずみを測定できなかつた) は供試体間でばらつきが見られた。

本遺構のコンクリートの設計基準強度は不明であるが、1939 年改正の市街地建築物法施行規則第 102 条の 2 では、強度計算におけるコンクリートの許容圧縮応力度の上限値は圧縮強度の 1/3 かつ  $70\text{kgf/cm}^2$  ( $\approx 7.1\text{N/mm}^2$ )、圧縮強度の下限値は  $90\text{kgf/cm}^2$  ( $\approx 9.2\text{N/mm}^2$ ) とされている。これらのことから調査したコンクリートはおおむね必要な強度を有していると考えられる。

各供試体のヤング係数と圧縮強度の関係を Fig. 4 に示す。図中の曲線は、「建築工事標準仕様書 JASS 5 鉄筋コンクリート工事」(「JASS 5」と略) で示されているヤング係数の推定式 (式(2)) である。

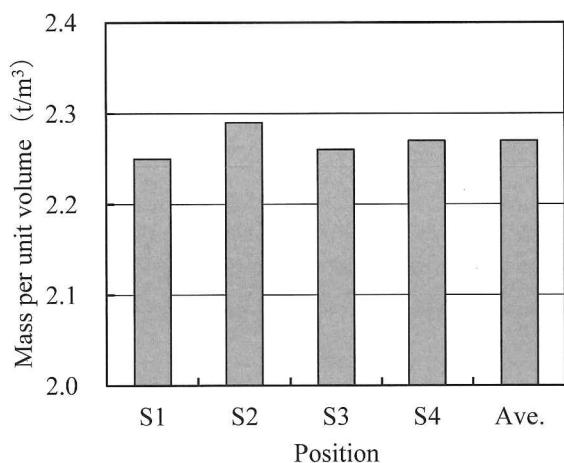


Fig. 1 Mass per unit volume

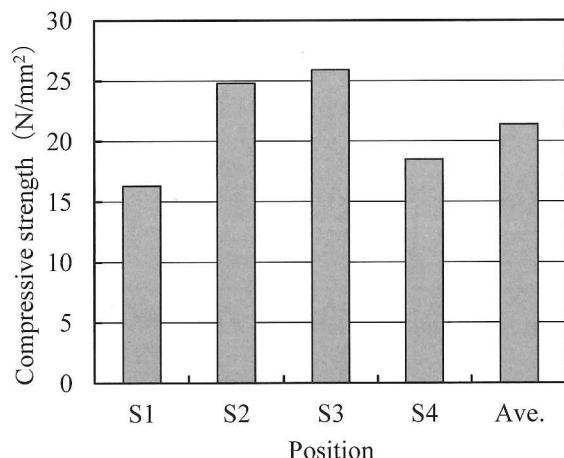


Fig. 2 Compressive strength

$$E = k_1 \times k_2 \times 3.35 \times 10^4 \times \left(\frac{\gamma}{2.4}\right)^2 \times \left(\frac{\sigma_B}{60}\right)^{1/3} \quad (2)$$

ここに、

$E$  : コンクリートのヤング係数 ( $\text{N/mm}^2$ )

$\gamma$  : コンクリートの単位容積質量 ( $\text{t/m}^3$ )

$\sigma_B$  : コンクリートの圧縮強度 ( $\text{N/mm}^2$ )

$k_1$  : 粗骨材の種類により定まる修正係数

$k_2$  : 混和材の種類により定まる修正係数

本調査では、単位容積質量 $\gamma$ を調査結果の平均値、 $k_1$ 、 $k_2$ を共に1.0として算出した。Fig. 4を見ると、試験結果はおおむねJASS 5式で表されている。

テストハンマーによる推定強度の結果はH1の位置で $24.5\text{N/mm}^2$ でコア強度とおおむね対応していた一方、H2の位置では $35.2\text{N/mm}^2$ とコア強度より明らかに大きくなつた。後述するように、床は壁の立ち上がり跡を隔てて別々に作られたようであり、同時期に製造されたコンクリートではない可能性もある。

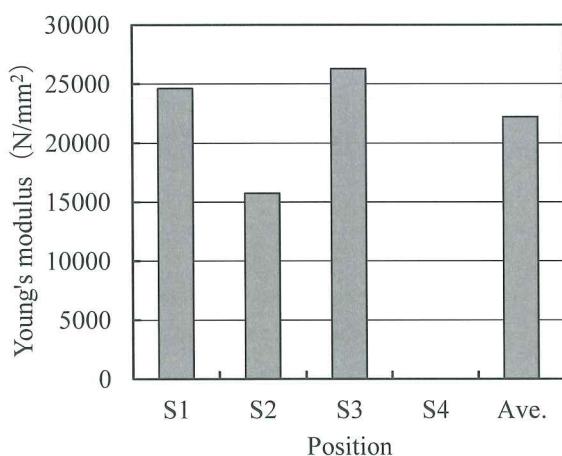


Fig. 3 Young's modulus

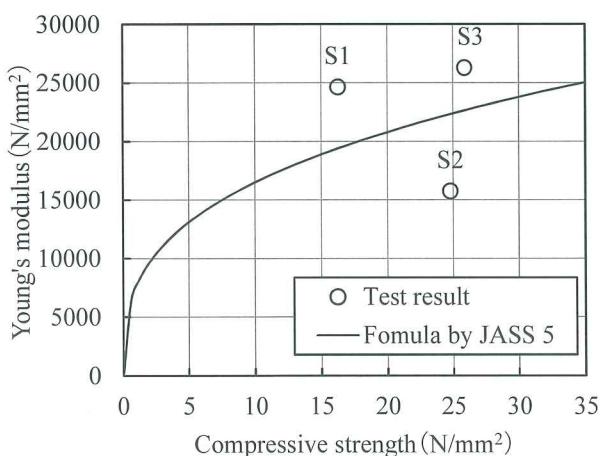


Fig. 4 Relationship between Young's modulus and compressive strength

## 5. 2 中性化深さ

コア供試体の暴露面(床天端)からの中性化深さは15mmだった。コンクリートの中性化深さは理論的には時間の平方根に比例し、式(3)のように表すことができる。

$$C = A\sqrt{t} \quad (3)$$

ここに、 $C$ : 中性化深さ (mm),  $A$ : 中性化速度係数 ( $\text{mm}/\text{years}^{0.5}$ ),  $t$ : 築年数 (years)

汽缶場を仮に1941年築とすると、中性化深さ測定時点で築年数は77年となるので、中性化の進行しやすさを表す中性化速度係数は $1.71\text{mm}/\text{years}^{0.5}$ となる。耐久設計で用いられる中性化速度係数が水セメント比60%の場合 $2.00\sim6.00\text{mm}/\text{year}^{0.5}$ 程度<sup>9)</sup>であることからも中性化の進行が小さいことがうかがえる。これは、本遺構は完成から約25年後に解体され、それから約55年間地中に埋まっていたため、コンクリートは外気に触れておらず、また、湿润状態にあり中性化が進行しにくかったことが原因と考えられる。

## 5. 3 配合推定

配合推定の結果をTable 4に示す。このたび用いた配合推定の手法では、試料中の気泡への吸水量、強熱が水和セメントに及ぼす影響などにより単位水量の推定は困難とされている。したがって、表中の単位水量Wは水セメント比W/Cとともに参考値として示す。推定した配合は単位質量の形であるため、Table 5に示す文献7), 8)より仮定した当時の材料特性値を用いてかさ容積比への変換を試みた。結果は、セメント:砂:砂利=1:2.5:2.9となり、単位セメント量も踏まえると、Table 2に示す構造種別「胸牆砲床、鉄筋コンクリート構造物」と「一般基礎工事」との間に位置する配合であったことが推察される。しかし、配合推定やかさ容積への変換において仮定した細骨材率s/a=45%は、当時の配合と比べては大きいと考えられる。

Table 4 Estimated mix proportion

| C   | Unit mass ( $\text{kg/m}^3$ ) |     | W/C (%)*) |
|-----|-------------------------------|-----|-----------|
|     | S+G                           | W*  |           |
| 298 | 1739                          | 250 | 84        |

C: cement, S: fine aggregate (sand), G: coarse aggregate (gravel), W: water

\*: as reference

Table 5 Assumed properties of materials<sup>7), 8)</sup>

|                                  | C    | S    | G    | S+G<br>(s/a=45%) |
|----------------------------------|------|------|------|------------------|
| Specific gravity                 | 3.05 | 2.65 | 2.65 | 2.65             |
| Bulk density ( $\text{kg/m}^3$ ) | 1500 | 1550 | 1650 | -                |

s/a: fine aggregate ratio

### 5. 4 岩種判定

岩種判定に用いたコア供試体の断面を Photo. 5 に、粗骨材中の岩石の構成割合を Table 6 に示す。コンクリート中の骨材は丸みを帯びており川や海で採取した天然骨材であると考えられる。岩石の構成割合は変性泥岩 (TMS) がおよそ 40%を占め、他に

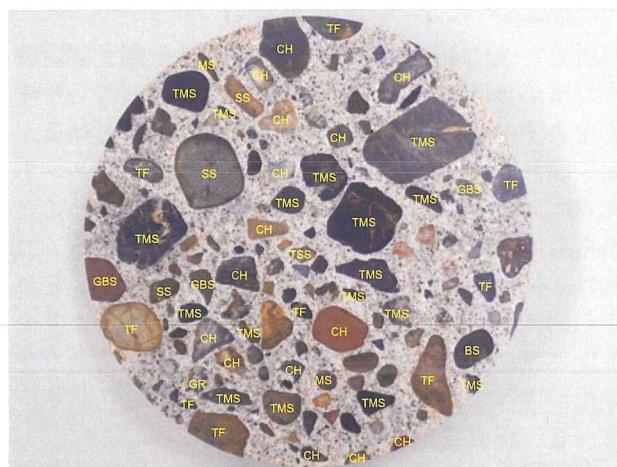


Photo. 5 Sliced concrete core specimen

Table 6 Distribution ratio of type of rock in coarse aggregate

| Rock type             | %   |      |
|-----------------------|-----|------|
| Mudstone              | MS  | 1.7  |
| Transformed mudstone  | TMS | 38.2 |
| Sandstone             | SS  | 11.2 |
| Transformed sandstone | TSS | 1.0  |
| Chert                 | CH  | 22.2 |
| Basalt                | BS  | 2.8  |
| Greenstone            | GBS | 3.1  |
| Granitoid             | GR  | 2.2  |
| Tuff                  | TF  | 17.7 |



Photo. 6 White deposit on the stone

チャート (CH) や凝灰岩 (TF) などが認められた。また、アルカリシリカ反応性鉱物を含む可能性のある岩種としてチャートや砂岩 (SS) が含まれており、加えて Photo. 6 に示すような白色析出物が観察されたため、供試体を温度 40°C、湿度 95% の環境下で 4 週間の促進養生を行った。しかし、分析の結果、析出物は炭酸カルシウムであることが判明し、コンクリートにはアルカリシリカ反応は生じていないことが明らかとなった。

### 5. 5 細孔径分布

細孔径分布の測定結果を Fig. 5 に示す。コンクリートの細孔構造は、材料や配合、養生条件、材齢、コンクリートがおかれる環境など様々な要因で変化するため、細孔径分布の一般的なデータを示して比較することは困難である。その中で現在のコンクリートの理想状態における細孔構造の例として、水セメント比 60%，普通ポルトランドセメント使用のコンクリート供試体をシールし乾燥を妨げたものの細孔径分布の経時変化<sup>10)</sup>を Fig. 6 に示す。この結果

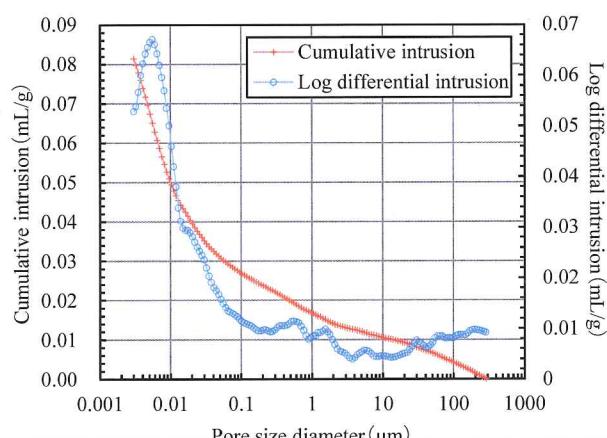


Fig. 5 Pore diameter distribution

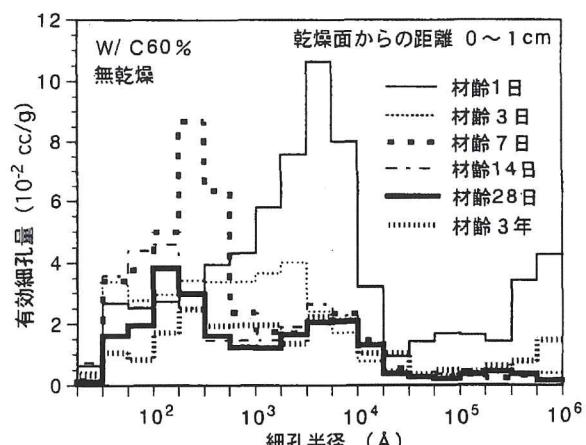


Fig. 6 Example of pore radius distribution of concrete<sup>10)</sup>

はセメントの水和のみにより細孔構造が変化したものであり、材齢の経過に伴い細孔量が減少し、細孔径分布のピークは最終的に半径  $10^2 \text{ Å} = 0.01 \mu\text{m}$  のオーダーへ移行している。本調査で得た細孔径分布と比較すると、本調査のコンクリートの方が細孔分布のピークは小さい径に位置しているが、細孔量は多いことが分かる。

## 5. 6 構造および構工法

調査位置周囲の床厚はコア採取の結果より、200～250mm程度であることが明らかとなった。しかし、Photo. 7 の右側に示すようにコアの地中側端部には黄白色の物質がコンクリートと噛み合うように付いていた。この物質にフェノールフタレイン溶液を噴霧したところ、赤紫色へは変色せず、粗骨材のような物質が観察されなかったことから、床コンクリート下の均しコンクリートではないと判断できる。しかし、遺構が位置する地点の地盤は粘土質ではなく、また、コアとしてコンクリートと一体となって崩れずに採取できることから、版築のように土を突き固めた層をつくり地業とし、その上から床コンクリー

トを打設したと推察できる。そして、地業の精度は良くはなくコンクリート床の厚さにはばらつきが生じたと考えられる。

また、鉄筋探査やコア採取の結果からこの床は無筋であると考えられる。一方、Photo. 8 中の点線で示す厚さ 200mm の壁の立ち上がり跡の根元から鉄



Photo. 9 Remains of a rebar in the concrete wall

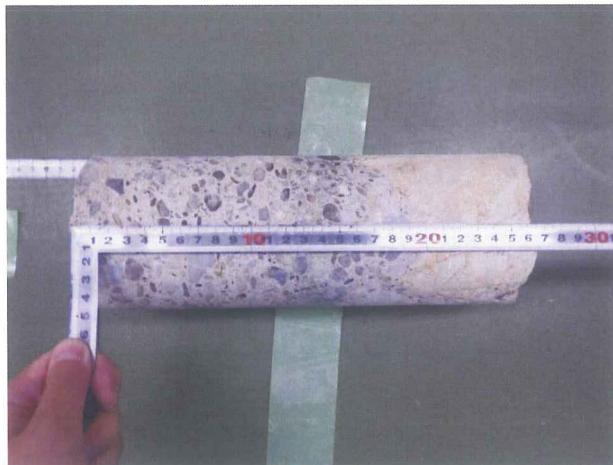


Photo. 7 Core of concrete from the slab

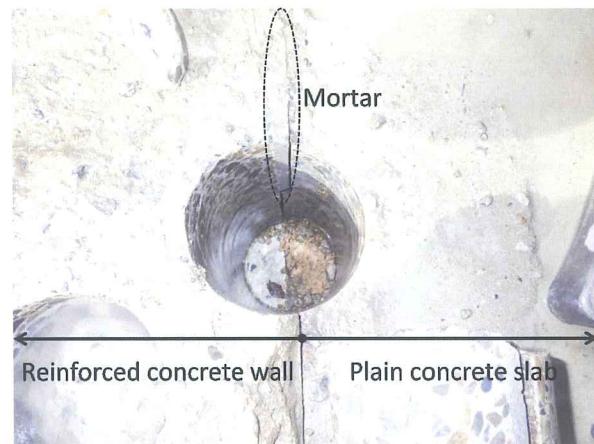


Photo. 10 Core hole at CM1

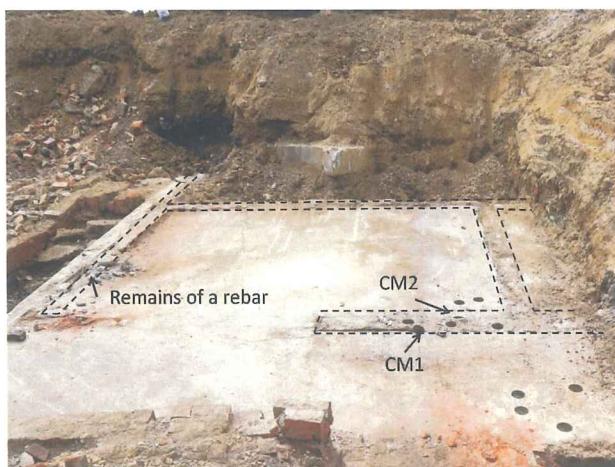


Photo. 8 Remains of the concrete wall

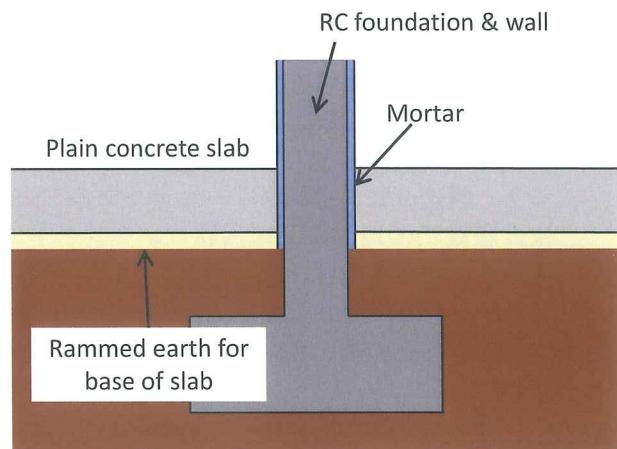


Fig. 7 Estimated structure of the remains

筋 (Photo. 9) が見つかったことから、この壁は鉄筋コンクリート造であったと考えられる。加えて、Photo. 8 中 CM1 のコア孔は Photo. 10 に示すように厚さ約 5mm のモルタルを境に壁と床のコンクリートが分かれていた。さらに、コア孔底を見ると、床側は地面が見えている一方で壁側はコンクリートがより深くまで続いているようだった。

これらのことから、調査位置周囲の構造を推定すると、Fig. 7 に示す断面図のようになる。また、施工は以下の手順で行われたと推定する。

- (1) 壁の位置に鉄筋コンクリート造の布基礎と壁を床のレベルより若干高くまで施工し、土を埋め戻す。
- (2) 壁の施工を先に進め（1階床より上はれんが積みの可能性もある）、仕上げとしてモルタルを塗る。
- (3) 埋戻しの土の上に版築状の地業を行い、その上に床コンクリートを打設する。床周囲の壁を止め枠の代わりとする。

## 6. まとめ

本報では、海軍第三火薬廠汽缶場跡の発掘調査のうち、遺構に使用されているコンクリートに関する調査について示した。調査結果から得られた知見を以下に示す。

- (1) コンクリート強度は、当時の市街地建築物法で示されている強度水準をおおむね満足している。
- (2) ヤング係数は、測定結果が供試体間でばらつきがあるが、現行の JASS 5 の推定式との対応が見られる。
- (3) 中性化は、遺構が約 55 年間地中に埋まっていたため、進行の程度は小さい。
- (4) コンクリートの配合は、当時の仕様で示されていたものと比較して標準的なものである。粗骨材は天然骨材で細骨材率は現在の標準より小さいと考えられる。
- (5) 細孔構造は、現在のコンクリートの理想状態におけるものと比較すると、細孔径分布は同じような形であるが、積算細孔量が多い。
- (6) 調査位置周囲の構造は基礎直上に壁が立ち上がり、構造は鉄筋コンクリート造である一方、床は版築状の地業の上に無筋コンクリートで構築されたと考えられる。

以上より、遺構に使用されているコンクリートの性能は当時の技術水準と比較して標準的なものであると考えられる。

一方、第三火薬廠跡は、国や地方公共団体による文化財指定を受けてはいないものの、歴史的価値を有している。本来なら、たとえ上屋が解体、撤去さ

れ地中に存置されていた本遺構であっても、地中障害として出土した際に、十分時間を掛けて慎重に工事中止を含めた検討を行い、発掘調査、記録をすべきであった。しかし今回は、年度内に工事を完了させなければならないという理由、文化財指定を受けてはいないという理由で工事は実施され、遺構の一部を破壊した後埋め戻された。著者らが行ったコンクリートコアの採取も大変有意義な調査であったものの、一部遺跡に改変を加えたという点で文化財保護的道理からは逸脱した行為と捉えることもでき反省すべき点である。

今回の調査で取得した戦時中のコンクリートに関するデータは当時の鉄筋コンクリート技術の把握や評価に資するものであると考えられる。引き続き結果の精査と文献調査や他の構造物の調査を通して、第三火薬廠に使用されたコンクリートの実像を把握することを今後の課題とする。

**謝辞：**本調査は舞鶴工業高等専門学校の了解を得て実施した。調査のうち、発掘作業においては長谷川体育施設株式会社（担当：長宏次氏）の協力を得た。また、配合推定、岩種判定、細孔径分布測定は株式会社中研コンサルタント（担当：清水和也氏、石川ゆかり氏）が実施したものである。ここに記して謝意を表する。

## 注：

参考文献 8)の発行年は不明であるが、海軍施設本部は 1941 年 8 月 1 日に海軍省の内局だった建設局を改編し設立された部署である。そのため、本文献は設立から終戦までの間に記されたと判断し参考資料として用いた。

## 参考文献：

- 1) 楠麻希, 今本啓一, 下澤和幸, 野口貴文, 梅津裕二, 楠浩一, 西村幸夫, 濱崎仁, 福山智子, 山田義智：軍艦島構造物の劣化調査, 日本建築学会関東支部研究報告集 I, pp.105-108, 2013.3
- 2) 大久保孝昭, 野口貴文, 今本啓一, 兼松学, 楠浩一, 荒木秀夫, 岸本一蔵, 清原千鶴：広島県旧陸軍被服支廠倉庫の経年劣化調査と診断結果の報告 その 1 建築物の概要と調査概要, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.405-406, 2015.9
- 3) 木野瀬透, 野口貴文, 今本啓一, 兼松学, 大久保孝昭, 寺本篤史, 楠浩一, 荒木秀夫, 岸本一蔵, 清原千鶴：広島県旧陸軍被服支廠倉庫の経年劣化調査と診断結果の報告 その 2 不動沈下と鉄筋腐食, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.407-408, 2015.9
- 4) 高岡剛規, 渡部昌弘：戦時中の RC 工廠建築の仕様および工法に関する調査研究 - 鉄筋探査による配筋方法の推定 -, 日本建築学会学術講演梗概集,

- pp.837-838, 2017.8
- 5) 第三海軍火薬廠朝來工場施設図其ノ一, 第三火薬廠引渡目録, 防衛省防衛研究所所蔵, アジア歴史資料センター Ref.C08011034100
  - 6) 建築学会:建築工事標準仕様書, 1936
  - 7) 建築学会:コンクリート及鐵筋コンクリート標準仕様書 鐵筋コンクリート構造計算規準 第7版, 1941
  - 8) 海軍施設本部:築城施設術参考書第六號 コンクリート工法, 防衛省防衛研究所所蔵, 発行年不明
  - 9) 兼松学:耐久設計の考え方と中性化進行予測, 2017年度日本建築学会大会パネルディスカッション「鉄筋コンクリート造建築物の限界状態再考 - 中性化は寿命か? - 」資料, pp.5-11, 2017.9
  - 10) 湯浅昇, 笠井芳夫, 松井勇:乾燥を受けたコンクリートの表層から内部にわたる含水率, 細孔構造の不均質性, 日本建築学会構造系論文集, 第509号, pp.9-16, 1998.7

(2018.12.7受付)

## INVESTIGATION OF CONCRETE OF THE REMAINS OF A BOILER HOUSE IN MAIZURU 3RD NAVAL EXPLOSIVES ARSENAL

**Satoshi MOHRI, Masashi MAKINO and Yuriko IMAMURA**

**ABSTRACT :** In this paper, we describe excavational investigation of the remains of a boiler house in Maizuru 3rd Naval Explosives Arsenal by focusing on the result of investigation of concrete. We carried out an investigation about the material performance and the construction method of concrete. As a result, the performance of concrete used for the remains was standard compared with the then technical standards. In addition, the data provided in this investigation will contribute to the grasp and the evaluation of the then reinforced concrete technology whose existing technical data lack.

**Key Words :** War remains, Concrete, Material performance, Estimating construction method, Conservation and utilization, Building maintenance

