

世界遺産「富岡製糸場」の構造物基礎と柱の変形について — 測量成果からの考察 —

Foundation and timber-frame pillars of World Heritage Site Tomioka Silk Mill: A consideration from metric-survey measurement

藤井幸泰¹, 正垣孝晴², 中川原雄太³

1 名城大学・理工学部社会基盤デザイン工学科

2 正垣技術士事務所

3 陸上自衛隊

概 要

富岡製糸場は、明治5年(1872年)に政府が設立した器械製糸工場である。鑄川を望む河岸段丘上に造られた施設群は、木骨レンガ造りの構造物が主体である。これら製糸場・東置繭所・西置繭所を対象に、礎石の標高測量と、木骨の柱の傾斜測定を実施した。既報では西置繭所の礎石が北部へ向かってやや沈下する傾向が認められ、これは地盤中の粘土層の圧密が原因とされている。柱の傾斜はやや大きいものの、繰糸場や東置繭所も含めて礎石の標高差は50mm以内を示し、床の傾斜(基礎)は現在の技術的基準と比べても大きな差は認められない。明治時代の建設技術の高さを裏付ける構造物としても、価値あるものと考えられる。

キーワード：木骨レンガ造、繰糸所、礎石、標高、柱

1. はじめに

「富岡製糸場と絹産業遺産群」は、2014年に世界遺産登録となった。中でも中核的な位置づけとなる「旧富岡製糸場の繰糸所、東置繭所、西置繭所」は、同年に国宝にも指定されている重要な構造物である。この富岡製糸場は、明治政府が設立した模範的な器械製糸工場である。フランス人の生糸検査人ブリュナの企画指導のもと、横須賀造船所の技師バステイアンが図面を作成し、施工は日本人があたり、明治5年10月4日に操業を開始している¹⁾。上述の3棟はいずれも木造の軸組に壁を煉瓦積とした木骨煉瓦造りである。これらの構造物は鑄川を望む河岸段丘上に建設されており、地盤は比較的堅硬である^{2,3)}。前所有者である片倉工業株式会社による保存や、その後の修復作業などを経ているとしても、建造から150年近く経過しており、木骨や礎石の状態も気になるところである。

著者らはこれまで、西置繭所²⁾ならびに東置繭所を³⁾対象に、礎石の標高と木骨である柱の傾斜測定を実施し、地盤との関連について調べてきた。特に西置繭所は北側に向かって微妙に沈下する傾向が認められ、地盤中の粘土層が圧密されている可能性が高いと判断されている²⁾。この報文では繰糸所を対象とした礎石標高と柱の傾斜についての測定結果を報告し、一考察を述べたい。

2. 富岡製糸場の繰糸所

写真1⁴⁾は富岡製糸場の鳥瞰写真である。敷地の南側に鑄川(写真下が下流)が流れ、繰糸所は敷地の南に位置してほぼ東西に建物の長軸が配置されている。敷地は鑄川の段丘上(標高約167m)に位置している。繰糸所の立面図を図1⁵⁾に示す。建物の幅、高さ、長さは、それぞれ12.31m、11.623mと140.4mである。この建物は南北側の壁面に各41本と、南北壁面の間に各2本(計84本)の柱で構成されている。礎石上の柱は、1本物の長尺杉材が使われている。



写真1 富岡製糸場の全景⁴⁾

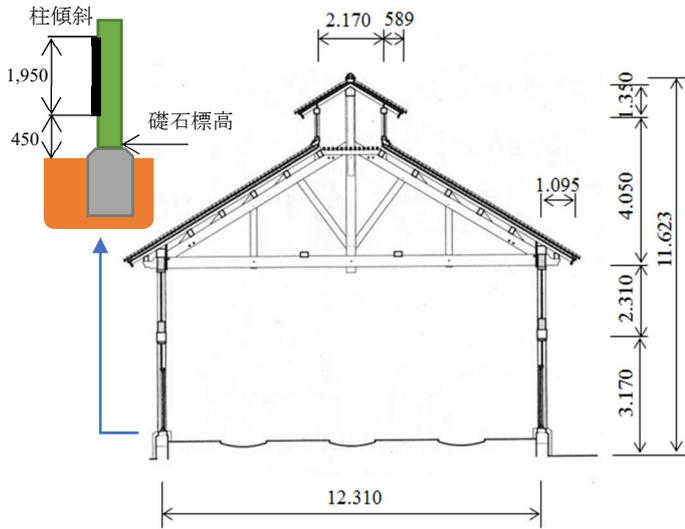
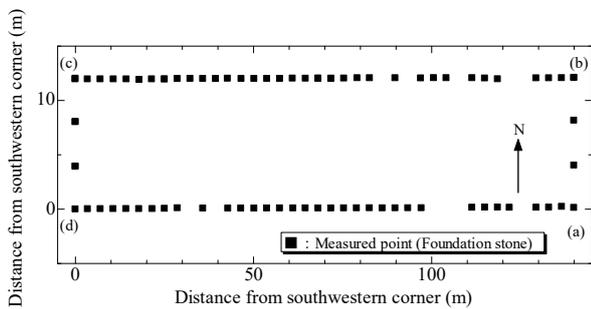


図1 繰糸所の立面図⁵⁾に加筆と測定位置(カラー図) 図



2 繰糸所の柱の位置

図2には測定を実施した繰糸所の柱の位置を示している。写真2²⁾に西置繭所の礎石と木骨レンガ造りの構造を示す。繰糸所も基本的な造りは同じである。礎石は第三紀砂岩の多胡石を利用している。これら礎石の上表面の標高(E)をトータルステーション(TS)で1mmの読み取り精度で測定した(図1)。また礎石の上に置かれた柱の傾斜(I_p)を測定した。 I_p は1.5m間の傾斜の測定器を作成して、床面から45~195cmの間の柱の傾斜を0.1mmまでの読み取り値を2/3にして1mに対する柱の傾斜量に換算した。

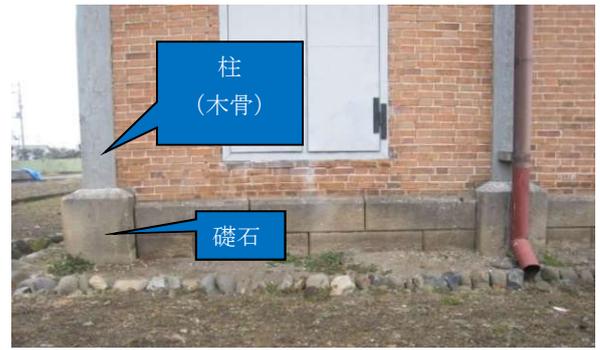


写真2 西置繭所の礎石と柱の例²⁾

3.繰糸所の柱の傾斜と礎石の標高

図3に礎石の標高(E :+)と柱の傾斜(I_p :×)を、南東から反時計回りの距離(D_f)に対してプロットした図を示す。礎石標高に大きな変化がみられるところに、柱の傾斜も大きな変化があるといった傾向はみられない。礎石標高はおよそ50mm程度の範囲に収まっており、その距離(約300m)に対しては僅かといえる。一方、柱の傾斜はほとんどすべて南に偏っており、最大で25mm/mを越しており、東西置繭所^{2,3)}の最大10~15mm/mに比べてはるかに大きい。図4に柱の傾斜の相対度数を示す。北壁(N)も南壁(S)も大きく南に傾いている。

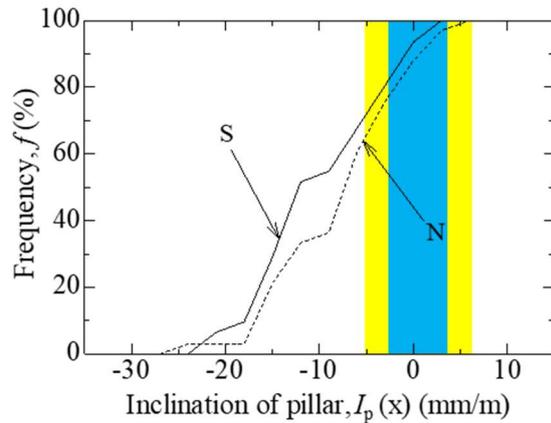


図4 柱の傾斜の相対度数
(Sは南壁, Nは北壁の柱を示す)

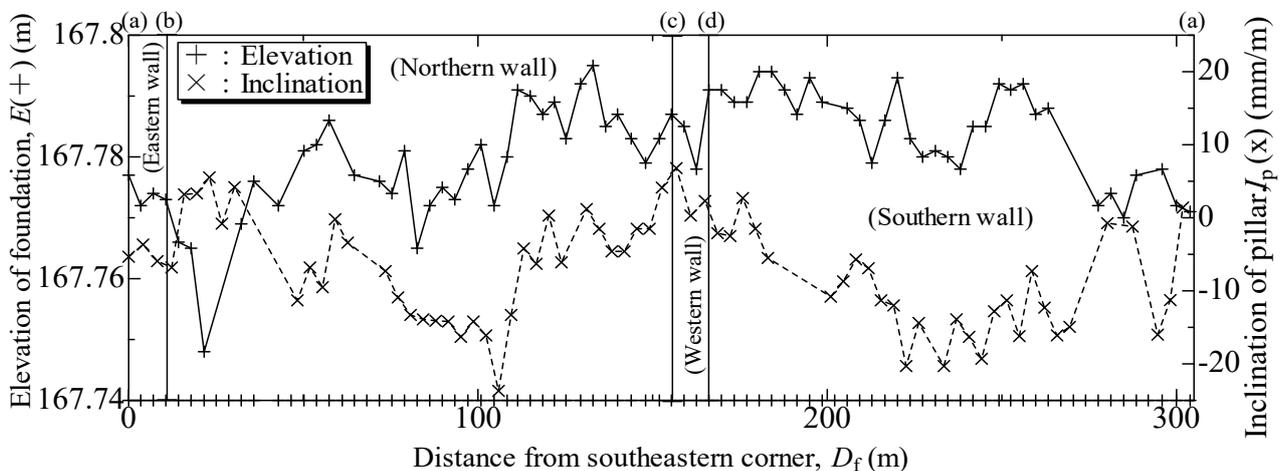


図3 礎石の標高と柱の傾斜

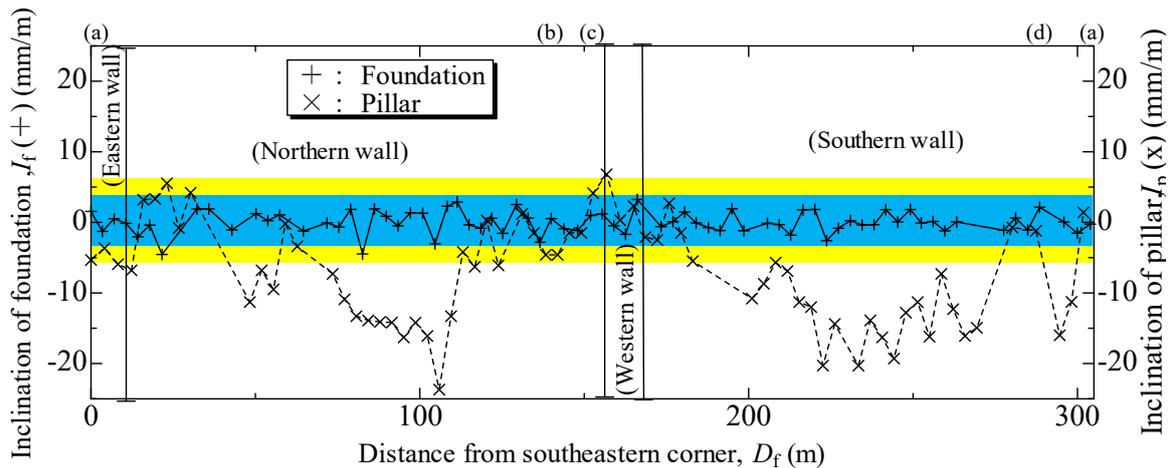


図5 礎石の不陸

図5には、礎石の不陸（柱の傾斜同様に、礎石標高の変化を1m毎に示したものを）を示す。図4ならびに図5ともに、 $\pm 3 \text{ mm/m}$ の範囲にあたる部分を青色で、 $\pm 6 \text{ mm/m}$ の範囲にあたる部分を黄色で示している。柱の傾斜についてはこれらの範囲を超えるものが5割以上と多い。一方、礎石の不陸はすべて $\pm 6 \text{ mm/m}$ 以内に収まっている。「住宅紛争の参考となるべき技術的基準⁶⁾」において、 $\pm 3 \text{ mm/m}$ がレベル1、 $\pm 6 \text{ mm/m}$ がレベル2、それ以上がレベル3と定義されており、礎石の不陸はレベル2以内に収まっている。一方の柱の傾斜はレベル3が5割以上となっている。

4. 東西置繭所と繰糸所との比較

東西置繭所の柱についても、 $3\sim 6 \text{ mm/m}$ を超える傾斜を持つものが多いが、その平均値は $3\sim 6 \text{ mm/m}$ 程度でレベル2である^{2, 3)}。一方、繰糸所の柱の傾斜の平均値は、図4にも示したように 10 mm/m 程度で南に傾いており、5割以上がレベル3である。

表1には東西置繭所と繰糸所の礎石標高値を示す。平均値は同等の値を示し、繰糸所を中心として $\pm 10 \text{ mm}$ 以下となっている。またそれぞれの構造物の礎石高さの最大と最小値も 50 mm 以下となっており、標準偏差は 10 mm 程度であるため、バラツキも小さいことを示している。西置繭所では北側へ向かってやや沈下する傾向が認められ、これは地盤中の粘土層が圧密されている可能性が高いとされている²⁾、しかし西置繭所の礎石標高値の最大と最小の差は、東置繭所や繰糸所のそれとほぼ同じであり、圧密による最大沈下量も数十 mm である。

富岡製糸場と同時期に建設された白壁兵舎についても同様な調査測定が実施されており、沖積層の上に建てられた白壁兵舎を例にしても、軟弱な地盤を考慮した周到な基礎構造が配置されたことが明らかにされている⁷⁾。富岡製

表1 東西置繭所と繰糸所の礎石標高値（単位: m）

	平均	最大 最小差	標準偏差	周回距離
西置繭所	167.783	0.043	0.010	234.267
東置繭所	167.774	0.044	0.010	234.374
繰糸所	167.781	0.046	0.009	303.890

糸場における柱の経年変化は目立っているものの、礎石の標高値は建設当時の姿を留めていると考えられる。すなわち河岸段丘砂礫層やその下部に分布する井戸沢層といった堅固な地盤の上でほとんど変形を受けることなく²⁾、明治初期の測量並びに地盤工学技術のレベルの高さを示していると考えられる。

参考文献

- 1) <https://www.city.tomioka.lg.jp/www/contents/1418028474454/index.html>
- 2) 正垣孝晴・中川原雄太・藤井幸泰：富岡製糸場西置繭所の基礎と建物の変形，地盤工学ジャーナル，Vol.10, No.4, 559-567, 2015.
- 3) Shogaki, T., Fujii, Y. and Nakagawara, Y.: Deformation of the foundation and structure of Tomioka Silk Mill's East Cocoon Warehouse, Soils and Foundations, in press, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.sandf.2018.11.004>.
- 4) 富岡市教育委員会：史跡旧富岡製糸場，内容調査確認報告書，PL5, 2013.
- 5) 富岡市教育委員会：旧富岡製糸場建造物群調査報告書，2006.
- 6) 国土交通省：住宅紛争処理の参考となるべき技術的基準，国土交通省告示第七二一〇号，pp. 1-2, 2002.
- 7) 正垣孝晴・中川原雄太：旧歩兵第16 聯隊白壁兵舎の基礎構造と建物の変形，歴史遺産の地盤工学研究に関する研究シンポジウム論文集，pp. ??-??, 2019. (?????.???.?? 受付)