

旧グラバー住宅における天草砂岩（新材）の材料試験

- 種別：(材料試験) [木材・煉瓦・鉄・コンクリート・(その他)] 重量測定、
要素試験 [接合部・軸組・壁・水平構面 (床・天井・小屋組・屋根)・非構造部材・その他]、
補強性能試験 [接合部・軸組・壁・水平構面 (床・天井・小屋組・屋根)・非構造部材・その他]

●基本情報

文化財名称：旧グラバー住宅（長崎県長崎市南山手町）
文化財種別（指定年月日）：重要文化財（昭和 36 年 6 月 7 日）
所在地：長崎県長崎市
所有者（管理団体）：長崎市
構造形式：木造、一階建、棧瓦葺
建築年：文久 3 年（1863）
事業名称：重要文化財 旧グラバー住宅 保存修理工事
事業期間：平成 30 年 6 月 1 日～令和 4 年 1 月 31 日
工事種別：屋根葺替、部分修理（壁、建具、塗装、内装）、耐震補強
事業者：長崎市
設計監理：公益財団法人 文化財建造物保存技術協会
実験計画者：株式会社 計測リサーチコンサルタント
実験機関：一般財団法人 建材試験センター 中央試験所
実験年月日：令和元年 8 月 3 日～8 月 29 日
引用・参考文献： —

●実験に至る経緯と目的

旧グラバー住宅のベランダの柱は礎石立ちであるが、柱脚にだぼがなく、大地震動時に浮き上がりが生じた場合、礎石から柱が脱落する可能性があった。そのため耐震補強として、柱脚にだぼを挿入する補強を行う方針となったが、大地震動時にだぼ部に生じるせん断力より、石材の耐力が上回ることを確認する必要がある。

礎石に使用されている石材は天草砂岩であるが、既往の研究で材料強度が明確になっていないため、石材の材料試験を行った。

● 姿図・寸法

【使用材料】

天草砂岩 新規材、ステンレスだぼ(SUS304)、無収縮モルタル

【試験体寸法】

試験項目	石材特性試験 (見掛比重、吸水率 及び 圧縮強さ)	だぼ部のせん断強度試験
形状・寸法	石材：100 mm×100 mm×200 mm	石材：200 mm×200 mm×200 mm だぼ：φ20 mm×100 mm (石材の中心を 50 mm 穿孔した後、 グラウトを充填し、だぼを設置)
材質	石材：天草砂石	石材：天草砂石 だぼ：SUS304 充填材：無収縮モルタル
供試体番号	No. 1 , No. 2 , No. 3	No. 1 , No. 2 , No. 3
数量	3 体	3 体

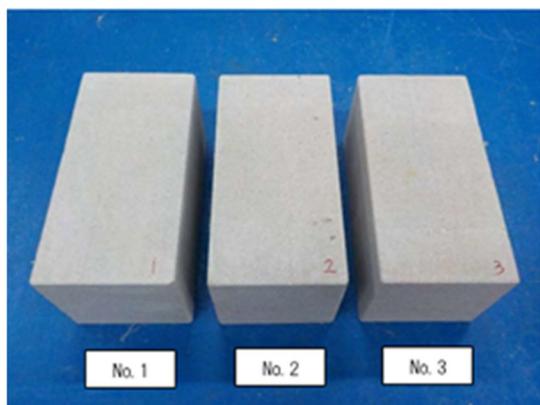


図1 石材特性試験 供試体

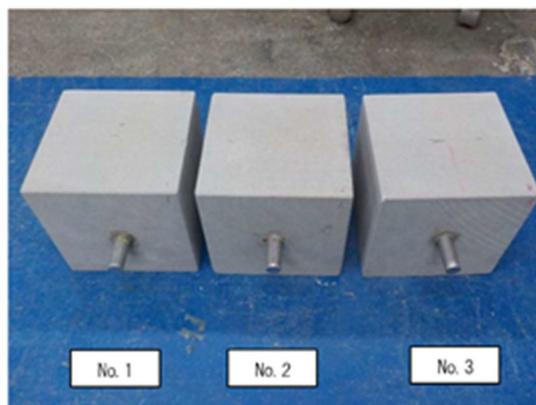


図2 だぼ部のせん断強度試験 供試体

● 概要

本建物の礎石と同材種の新規石材を試験用に加工し、見掛比重・吸水率・圧縮強さを測定し石材の特性を把握した。また、既存礎石と同幅に加工した石材中央にだぼを設置し、石材が破断するまでだぼ部を載荷して、だぼ部のせん断強度を確認した。

● 実験方法

【見掛比重・吸水率及び圧縮強さ試験】

JIS A 5003 (石材) 5.2 見掛比重, 5.3 吸水率及び 5.4 圧縮強さに従って行った。圧縮強さ試験は、3000kN 圧縮試験機を用いて行った。

【だぼ部のせん断強度試験】

だぼ部のせん断強度試験は、ノギスで供試体寸法を測定したのち、500kN 万能試験機を用いて載荷を行った。

供試体のだぼ埋め込み面から 80mm 離れた位置で、固定ジグを用いて試験体を 500kN 万能試験機定盤に固定した。次に半円の切り欠きを有する加力ジグを用いて、だぼ部にせん断荷重を連続的に加えた。最大荷重を有効数字 3 桁まで求め、破壊状況を目視で観察した。

載荷時に、電気式変位計（容量 25mm）及びデジタルひずみ測定器を用いて、変位量の測定を行った。変位量の測定位置は、加力ジグに取り付けたアルミアングルとし、表裏の 2 点平均とした。ただし、加力ジグとだぼ部のクリアランスを除去するため、荷重 0.5kN 時を変位量のイニシャル値とした。

また、荷重－変位量曲線から最大荷重の 1/2 及び 1/4 の荷重時の変位量を求め、2 間の割線からせん断剛性を算出した。

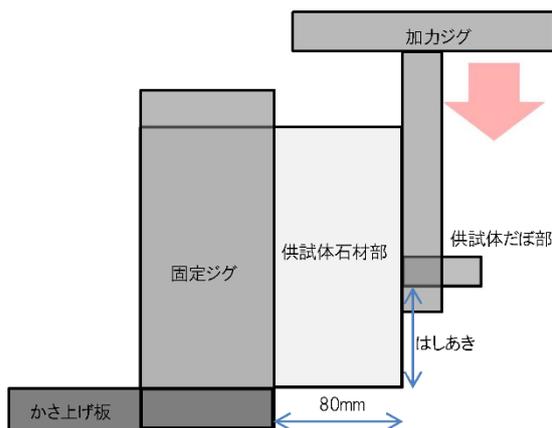


図 3 せん断強度試験 概要図

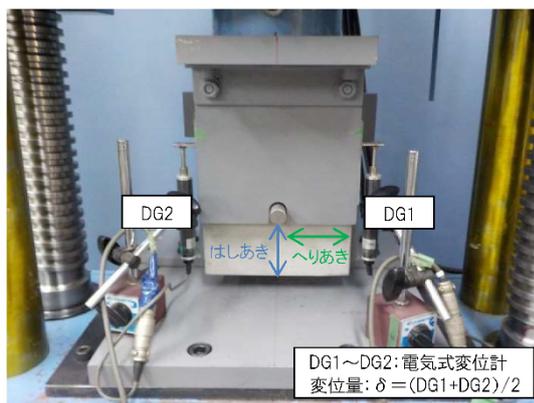


図 4 せん断強度試験 状況 1

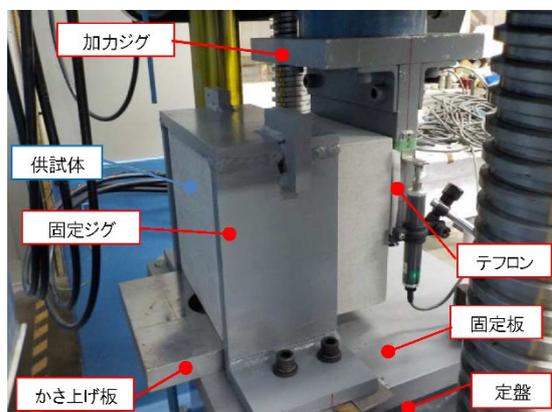


図 5 せん断強度試験 状況 2

●特性値

【見掛比重】

供試体 番 号	寸法 (mm)			正味体積 (cm^3)	乾燥後の質量 (g)	見掛比重 (g/cm^3)
	縦	横	高さ			
No. 1	99.6	99.7	200.3	1989	4956	2.49
No. 2	99.6	99.5	199.9	1981	4892	2.47
No. 3	99.7	98.7	199.9	1967	4873	2.48
平 均	—	—	—	—	—	2.48

【吸水率】

供試体 番 号	乾燥後の質量 (g)	吸水後の質量 (g)	吸水率 (%)
No. 1	4956	5063	2.16
No. 2	4892	5007	2.35
No. 3	4873	4985	2.30
平 均	—	—	2.27

【圧縮強さ】

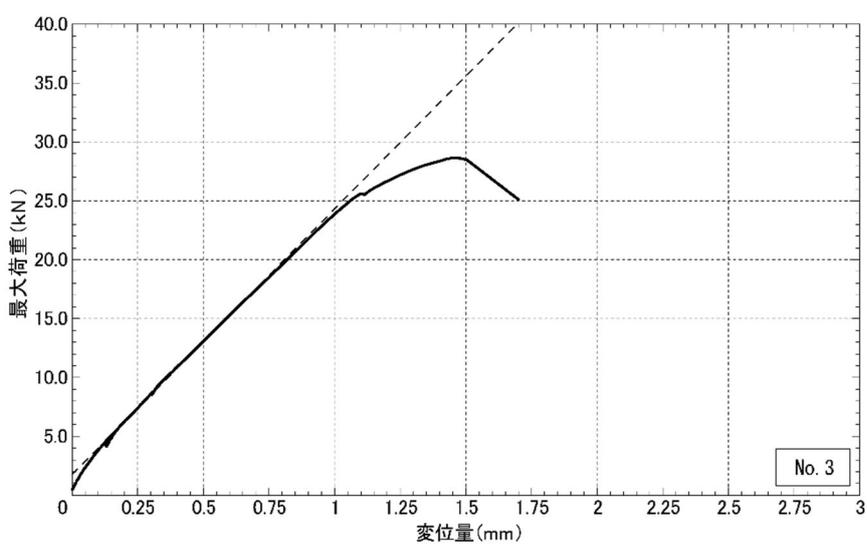
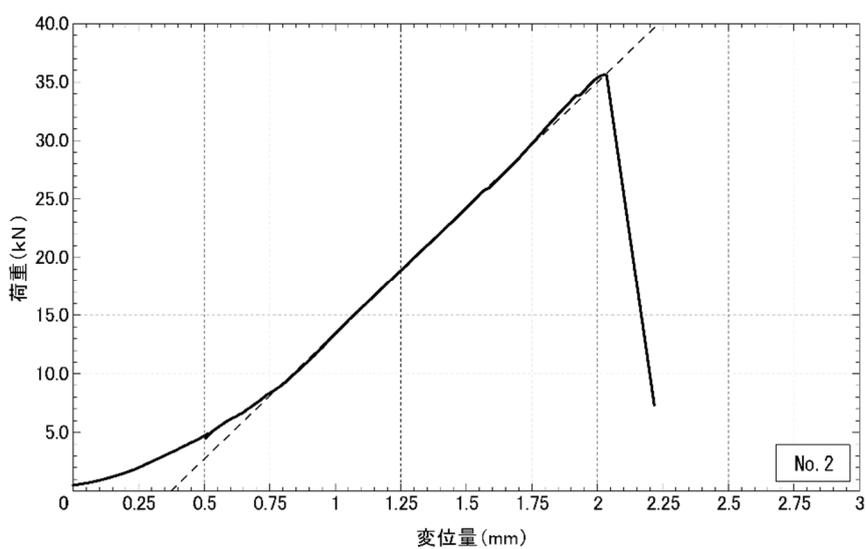
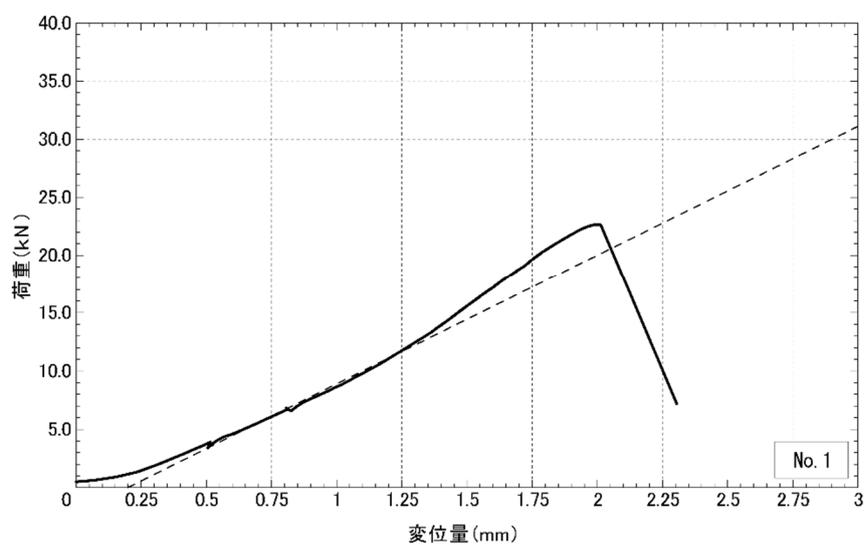
供試体 番 号	寸法 (mm)			断面積 (cm^2)	最大荷重 (N)	圧縮強さ (N/cm^2)
	縦	横	高さ			
No. 1	99.6	99.7	200.3	99.30	753000	7580
No. 2	99.6	99.5	199.9	99.10	705000	7110
No. 3	99.7	98.7	199.9	98.40	701000	7120
平 均	—	—	—	—	—	7270

●荷重変形

【だぼ部のせん断強度試験】

供試体 番 号	寸法 (mm)				最大荷重 (kN)	せん断剛性 (kN/mm)
	平均幅	平均高さ	へりあき(最小)	はしあき		
No. 1	199.3	199.4	85.3	80.1	22.6	11.1
No. 2	199.4	200.6	85.4	89.1	35.6	21.5
No. 3	199.8	199.9	86.0	93.1	28.6	22.6
平 均	—	—	—	—	28.9	18.4
備考	全供試体とも、だぼ部より石材が破断した。					

【だぼ部のせん断強度試験 荷重-変位量曲線】



●破壊形状

【圧縮強さ試験】



図 6 破壊状況 1

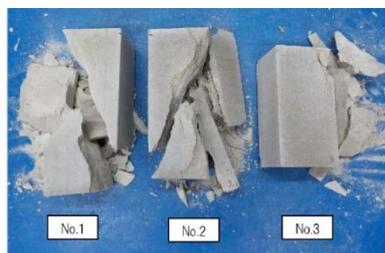


図 7 破壊状況 2

【だぼ部のせん断強度試験】

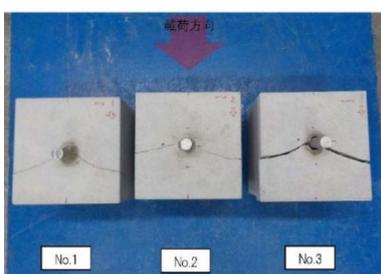


図 8 埋め込み面の破壊状況

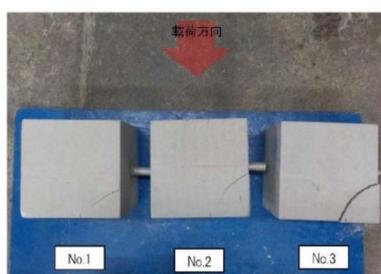


図 9 側面 1 の破壊状況

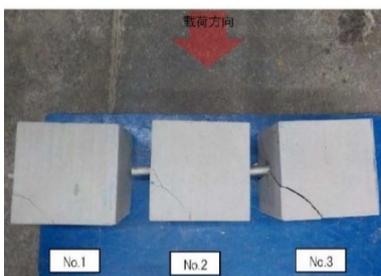


図 10 側面 2 の破壊状況

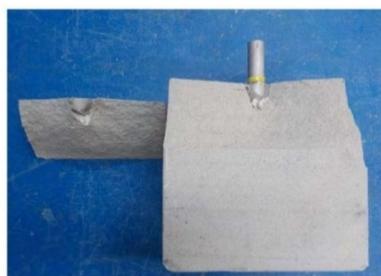


図 11 No.1 の破壊状況



図 12 No.2 の破壊状況



図 13 No.3 の破壊状況

●理論式 —

●モデル化 —

●考察

だぼ部のせん断強度試験の結果、石材が破断するせん断力は、最小値22.6 kN、平均値28.9 kN であり、大地震動時にダボ接合部に生じるせん断力の最大値2.8kN より石材の耐力があることを確認した。