

北十八間櫓ほか 8 棟の耐震診断結果【報告】

耐震補強案の検討について【審議】

【資料 7】

■対象櫓

北十八間櫓・東十八間櫓・五間櫓・不開門・
田子櫓・七間櫓・十四間櫓・四間櫓・源之進櫓

■これまでの経緯

【2017平成28年度、2018平成29年度】

- ・北十八間櫓・東十八間櫓・五間櫓（2017）、不開門（2018）の部材回収及び保管
- ・田子櫓・七間櫓の倒壊防止措置（2017）

【20200703令和 2 年度 建築WG】

源之進櫓～田子櫓の被災調査報告及び修理方針について
⇒各櫓の被災状況により解体、半解体の方針で進める

【20210325令和 2 年度 文化財修復検討委員会】

源之進櫓～田子櫓の被災調査報告及び修理方針について
⇒源之進櫓・四間櫓・十四間櫓は半解体修理、七間櫓・田子櫓は解体修理
（ただし、十四間櫓は破損状況により部分的な解体修理も見据えて進める）

1 報告内容（耐震診断結果）

- ・耐震性能評価における前提条件、検討方針及び判定基準
- ・現況耐震性能

2 審議事項（耐震補強案）

- ・鉄骨補強案耐震性能（※不開門のみ鉄筋ブレース補強）
- ・格子壁・合板補強案耐震性能



櫓群遠景



櫓群遠景



1.北十八間ほか8棟の耐震診断結果（報告）

国指定重要文化財 熊本城 北十八間櫓ほか8棟
耐震性能評価における前提条件、検討方針及び判定基準

1. 前提条件
- 建造物下石垣は、常時から大地震動時まで変状がない前提です。
すべての柱・横架材は健全で土壁は確実な施工がなされている前提です。
2. 検討方法
- 文化庁文化財保護部「重要文化財(建造物)耐震診断指針 平成 24 年 6 月改正 」 および「重要文化財(建造物)耐震診断実施要領 平成 24 年 6 月改正 」(以下「耐震診断指針」と略称)を適用し、等価線形化法(限界耐力計算)により大地震動時の応答値(応答層せん断力と層間変形角)を求め、耐震性能を評価しています。
3. 耐震性能の目標値
- 本建造物の耐震性能の目標値は、「耐震診断指針」に規定する大地震動時に倒壊せず、生命に重大な危害を及ぼさない「安全確保水準」レベルとします。

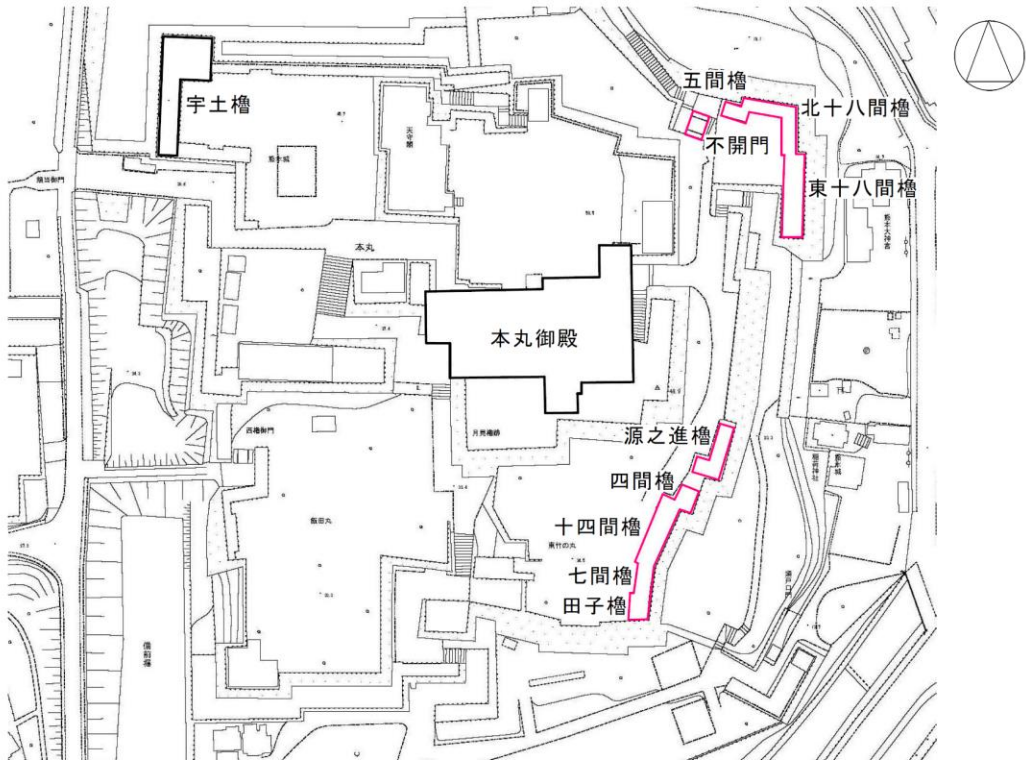
性能に関する項目	目安	備 考
層間変形角	代表： 1/30 以下 ※ 最大： 1/15 以下	水平変位量/桁高さ
木造部材の耐力確認	降伏耐力以下	鉛直支持能力確保

※ ただし、文化庁文化財保護部「重要文化財(建造物)耐震診断・耐震補強の手引き」(平成 29 年 3 月)P.33 に、「柱の曲げ変形等変形能力があり、柱の折損等による急激な抵抗力の低下が生じない場合には非倒壊限界変形角を 1/15 程度設定することもある」という記述があります。対象建物において曲げ折れるおそれのある柱がなく、倒壊には至らないと判断できる場合には、目標値を緩和する判断もできます。

4. 地震地域係数及び地盤種別
- 地震地域係数及び地盤種別は、「耐震診断指針」・建築基準法に準拠しています。
- ① 地震地域係数 Z は、0.9 です。
- ② 地盤種別は、下記の報告書を参考に『第 2 種地盤』で検討しています。
「重要文化財熊本城北十八間櫓ほか 8 棟
基礎診断に係る構造検討業務のうち常時微動測定業務 報告書」
令和元年 11 月
- ③ 表層地盤による加速度の増幅率 Gs は、精算法を選択できる適用条件を満足しないことから、略算法としています。

5. 各棟の検討範囲

棟名	単体	複合	備考
田子櫓	○	○ 参考	3棟南北一文字の平面形状 各棟の負担水平力は、他棟に移行する可能性は低いと考えて、単体を基本とし、複合体は参考としています。但し、単体の場合、隣棟の影響範囲は荷重で考慮しています。
七間櫓	○		
十四間櫓	○		
四間櫓	○	—	十四間櫓と仕上が接するのみです
源之進櫓	○	—	独立した 1 の建物
不開門	○	—	独立した 1 の建物
東十八間櫓	○ 参考	○	3 棟 L 型の平面形状 3 棟の水平抵抗要素相互の影響を考慮するため複合を基本とし、単体の検討は参考としています。
北十八間櫓	○ 参考		
五間櫓	○ 参考		

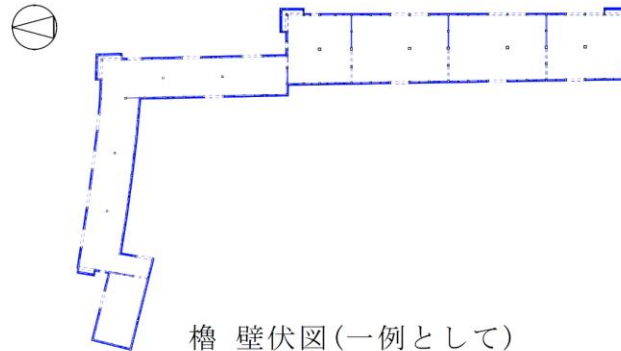


熊本城 北十八間櫓ほか 8 棟 配置図

1.北十八間ほか8棟の耐震診断結果（報告）

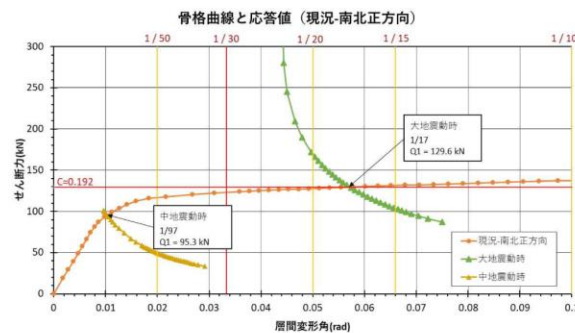
6. 櫓系の検討概要

- ・外壁のうち、城外に面している壁は太鼓壁です。
- ・城内側は真大壁(屋内側真壁、屋外側大壁)です。
- ・北東櫓には内壁があってその仕様は真壁です。南東櫓群には内壁はありません。
- ・水平抵抗要素は、土塗り壁です。(現況)
- ・土塗り壁の剛性と耐力は、柱面内の壁厚分を有効壁厚としています。



櫓 壁伏図(一例として)

- ・櫓下の石垣(支点)は、上下及び水平方向に移動しない前提です。
- ・木架構は、部材型立体架構にモデル化しました。
その理由は、建物重量の正確な把握、直交フレームの影響の考慮、水平構面の影響を考慮した水平力分担の算出及び自由度の高い補強計画が可能である等です。
- ・水平荷重時の柱の浮上りを考慮し、屋根面は転ばし垂木程度の剛性を仮定します。
- ・地震用建物重量(屋根+壁上半分の荷重) に対して、徐々に水平力を増やして、建物にかかる水平力と水平変位の関係(骨格曲線)を求めます。
- ・部材型立体モデルによる骨格曲線は、各構面の骨格曲線の単純和とおおよそ整合することは、同様の櫓系の過年度の耐震診断にて確認しています。

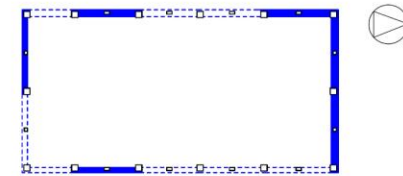


骨格曲線(一例として 田子櫓現況南北方向)

- ・「耐震診断指針」に基づいて、等価線形化法により、1 自由度系の大地震動時の応答予測値を求めます。この時点の部材の応力と変形をチェックして、耐震目標を満足するかどうかを判定しています。
- ・部材型立体架構から 1 自由度系への縮約は、「2015 年版建築物の構造関係技術基準解説書」P.727～729 付録 1-5.6 木造の限界耐力計算の特徴 に示される式によっています。

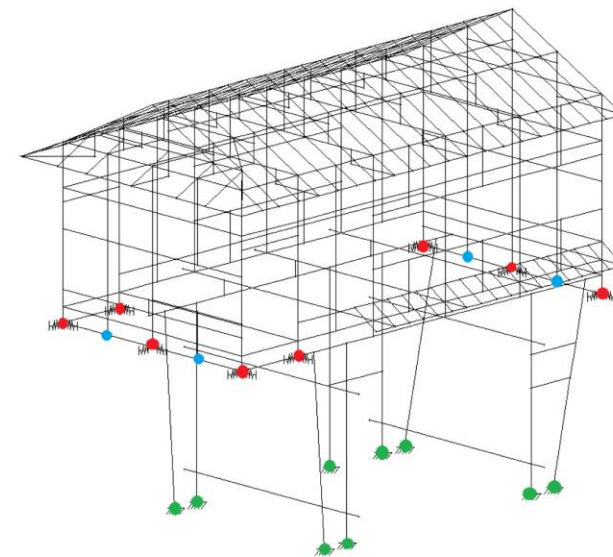
7. 不開門の検討概要

- ・外壁のうち、城外に面している北西の壁は太鼓壁です。
- ・城内南東側は真大壁(屋内側真壁、屋外側大壁)です。
- ・水平抵抗要素は土塗り壁です。(現況)
- ・土塗り壁の剛性と耐力は、柱面内の壁厚分を有効壁厚としています。



不開門 上層 壁伏図

- ・上層の石垣及び下層の礎石とも、上下及び水平方向に移動しない前提です。
- ・木架構は、上層下層とも部材型立体架構にモデル化しました。
- ・被災状況から考えて、下層の水平変形は上層と比較して十分小さいことから、下層は地下階、上層を地上階としました。
- ・水平荷重時の柱の浮上りを考慮するほか、上層の石垣上の柱脚部は、摩擦係数×軸力以上の水平力が生じた時点で滑る前提としています。



- 上層の石垣上の柱脚部
- 上層土台上の間柱脚部
- 下層の柱脚

支点及び柱脚モデル

- ・部材型立体架構から 1 自由度系へは、重心と剛心に近い位置にある柱を代表柱として、上層の地上階を 1 自由度系に縮約しています。
- ・上記以外の検討概要は、櫓系に同じです。
- ・なお、下層についても大地震動時の応力変形状態(水平力分担、柱の応力)を確認し、所要の性能を満足することを確認しています。

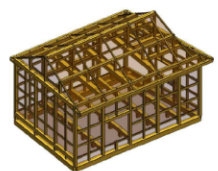
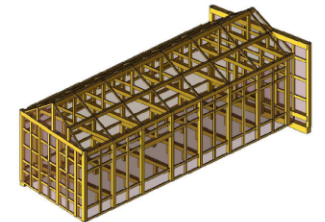
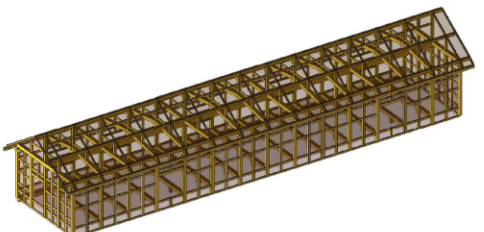
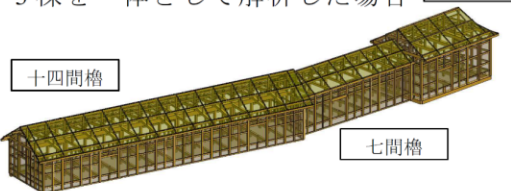
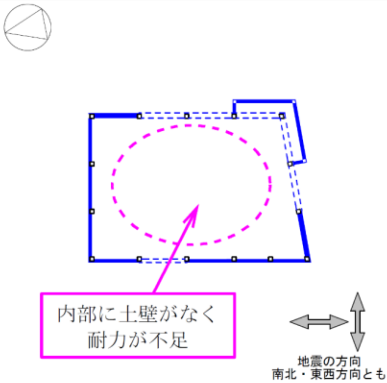
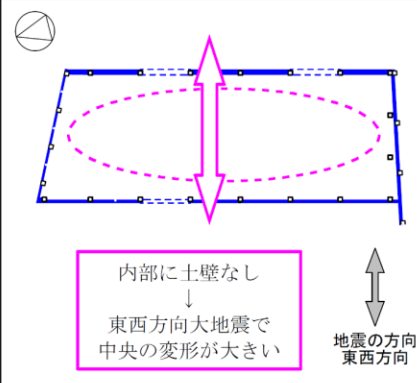
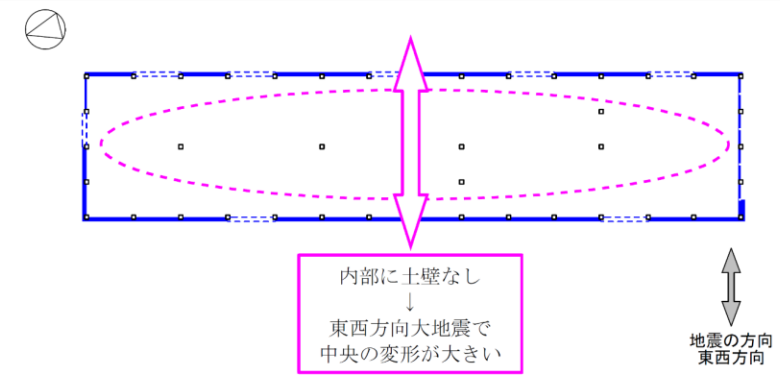
1.北十八間ほか8棟の耐震診断結果（報告）

8. 各棟の補強案

棟名	鉄骨案	格子壁・合板案	備考
田子櫓	○	○	鉄骨案について、 3 棟一体モデルでも 必要耐震性能を満足する ことを確認しています。
七間櫓	○	○	
十四間櫓	○	○	
四間櫓	○	○	
源之進櫓	○	○	
不開門	○	○	
東十八間櫓	○	○	鉄骨案について 各棟単体モデルでも 必要耐震性能を満足する ことを確認しています。
北十八間櫓		○	
五間櫓		○	

1.北十八間ほか8棟の耐震診断結果（報告）

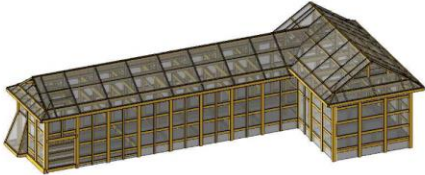
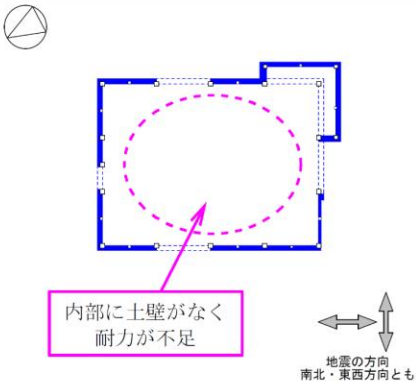
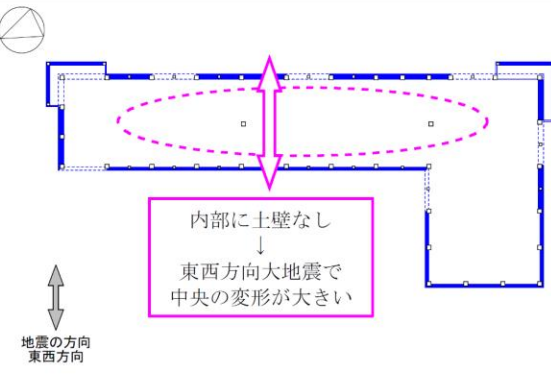
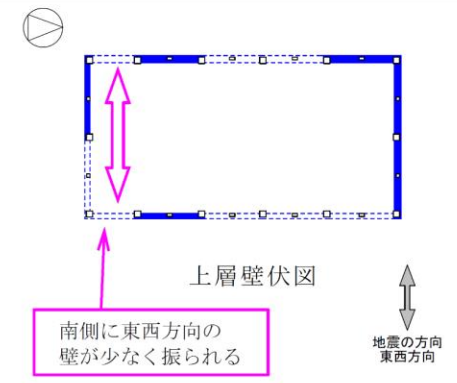
国指定重要文化財 熊本城 北十八間櫓ほか8棟 現況耐震性能一覧（共通事項：地震地域係数 $Z = 0.9$ 、地盤種別 第2種地盤、表層地盤の加速度増幅率 G_s 略算法、耐震目標 安全確保水準）

		田子櫓		七間櫓		十四間櫓		【参考】田子櫓＋七間櫓＋十四間櫓															
全体架構図								3棟を一体として解析した場合 															
規模	平屋/二階建	平屋		平屋		平屋		平屋															
	平面積	49.96 m ²		66.99 m ²		162.11 m ²		279.06 m ²															
屋根の仕様		本瓦葺、総目地漆喰塗		本瓦葺、総目地漆喰塗		本瓦葺、総目地漆喰塗		本瓦葺、総目地漆喰塗															
土壁の仕様と壁厚 太鼓壁表記 外＋内		真大壁 123 ～ 152mm 太鼓壁 96 ＋ 93mm		真大壁 101、136mm 太鼓壁 96 ＋ 90mm 真壁 101mm		大壁 289mm 真大壁 101 ～ 182mm 真壁 61、101mm		左記参照															
耐震診断用軒高(mm)		4,349		3,570		3,689		左記参照															
建物重量 (kN)		674.4		620.7		1360.2		2356.0															
代表変位算出方法		立体縮約		立体縮約		立体縮約		立体縮約															
地震の方向		南北	東西	南北	東西	南北	東西	南北	東西														
初期剛性固有周期(秒)		1.060	1.201	0.885	1.434	0.845	2.276	0.868	2.040														
応答値の固有周期(秒)		2.292	2.737	1.747	2.972	1.655	4.874	1.688	3.695														
応答層せん断力 (kN)		129.6	117.4	162.1	96.9	373.0	123.6	645.4	243.8														
応答層せん断力係数		0.192	0.160	0.261	0.156	0.274	0.091	0.274	0.103														
応答層間 変形角 (rad)	代表	1/17	1/15	1/20	1/12	1/22	1/ 8	1/22	1/10														
	最大	1/16	1/14	1/19	1/12	1/20	1/ 6	1/19	1/ 7														
曲げ降伏が生じる柱		なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし														
極稀暴風時風圧力(kN)		56.6	81.1	33.6	83.0	43.8	216.7	119.3	421.7														
弱点図								各棟毎の応答層間変形角最大値 <table><tr><th colspan="2">項 目</th><th>南北方向</th><th>東西方向</th></tr><tr><td rowspan="3">応答層間 変形角 最大値 (rad)</td><td>十四間櫓</td><td>1/20 < 1/15</td><td>1/ 7 > 1/15</td></tr><tr><td>七間櫓</td><td>1/19 < 1/15</td><td>1/11 > 1/15</td></tr><tr><td>田子櫓</td><td>1/21 < 1/15</td><td>1/33 < 1/15</td></tr></table> 東西方向において、 スパンが大きく内部に土壁のない 十四間櫓、七間櫓の中央部の変形が 大きい		項 目		南北方向	東西方向	応答層間 変形角 最大値 (rad)	十四間櫓	1/20 < 1/15	1/ 7 > 1/15	七間櫓	1/19 < 1/15	1/11 > 1/15	田子櫓	1/21 < 1/15	1/33 < 1/15
項 目		南北方向	東西方向																				
応答層間 変形角 最大値 (rad)	十四間櫓	1/20 < 1/15	1/ 7 > 1/15																				
	七間櫓	1/19 < 1/15	1/11 > 1/15																				
	田子櫓	1/21 < 1/15	1/33 < 1/15																				

 ：耐震目標を満足しない
 ：極稀暴風時風圧力卓越

1.北十八間ほか8棟の耐震診断結果（報告）

国指定重要文化財 熊本城 北十八間櫓ほか8棟 現況耐震性能一覧（共通事項：地震地域係数 Z = 0.9、地盤種別 第2種地盤、表層地盤の加速度増幅率 Gs 略算法、耐震目標 安全確保水準）

		四間櫓		源之進櫓		不開門	
全体架構図							
規模	平屋/二階建	平屋		平屋		二階建(対象上層のみ)	
	平面積	46.49 m ²		108.40 m ²		39.01 m ²	
屋根の仕様		本瓦葺、総目地漆喰塗		本瓦葺、総目地漆喰塗		本瓦葺、総目地漆喰塗	
土壁の仕様と壁厚 太鼓壁表記 外＋内		真大壁 85 ～ 216mm		真大壁 145 ～ 152mm 太鼓壁 108 ＋ 94mm		真大壁 152mm 太鼓壁 81 ＋ 82mm	
耐震診断用軒高(mm)		4,286		4,433		3,274	
建物重量 (kN)		528.9		1140.8		405.5	
代表変位算出方法		立体縮約		立体縮約		重心・剛心位置に最も近い柱	
地震の方向		南北	東西	南北	東西	南北	東西
初期剛性固有周期(秒)		0.964	1.108	0.847	1.374	0.773	0.867
応答値の固有周期(秒)		1.821	2.086	1.524	2.360	1.390	1.541
応答層せん断力 (kN)		134.7	117.4	342.9	234.7	126.6	114.0
応答層せん断力係数		0.255	0.222	0.301	0.206	0.312	0.281
応答層間 変形角 (rad)	代表	1/22	1/19	1/25	1/15	1/22	1/19
	最大	1/20	1/17	1/17	1/11	1/20	1/14
曲げ降伏が生じる柱		なし	なし	なし	なし	なし	なし
極稀暴風時風圧力(kN)		52.3	69.4	103.1	151.4	26.9	47.7
弱点図							

：耐震目標を満足しない
：極稀暴風時風圧力卓越

1.北十八間ほか8棟の耐震診断結果（報告）

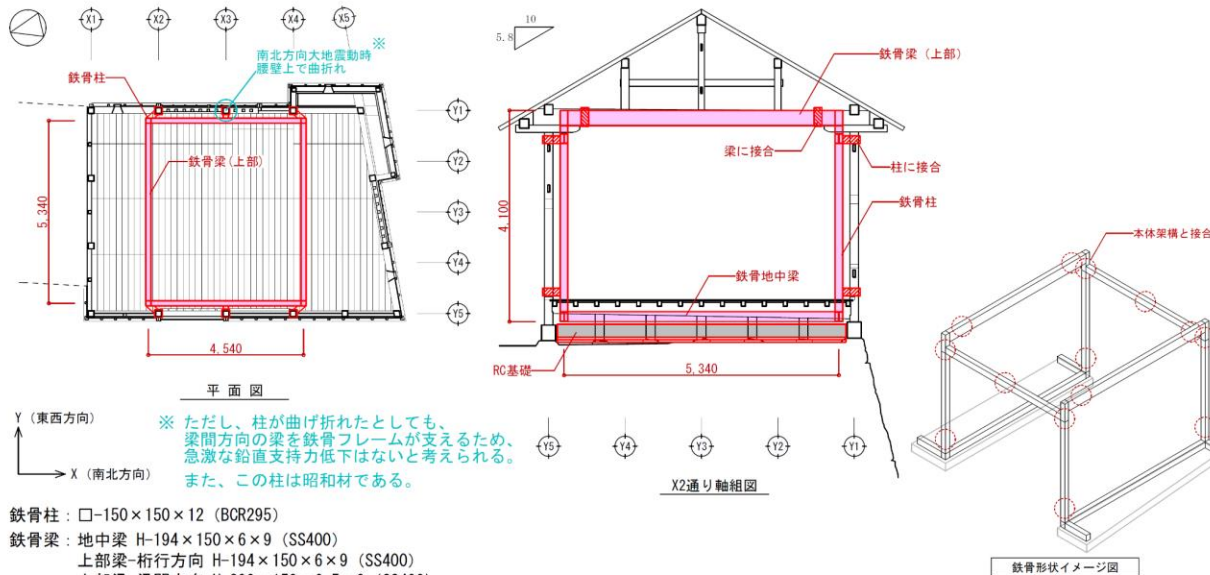
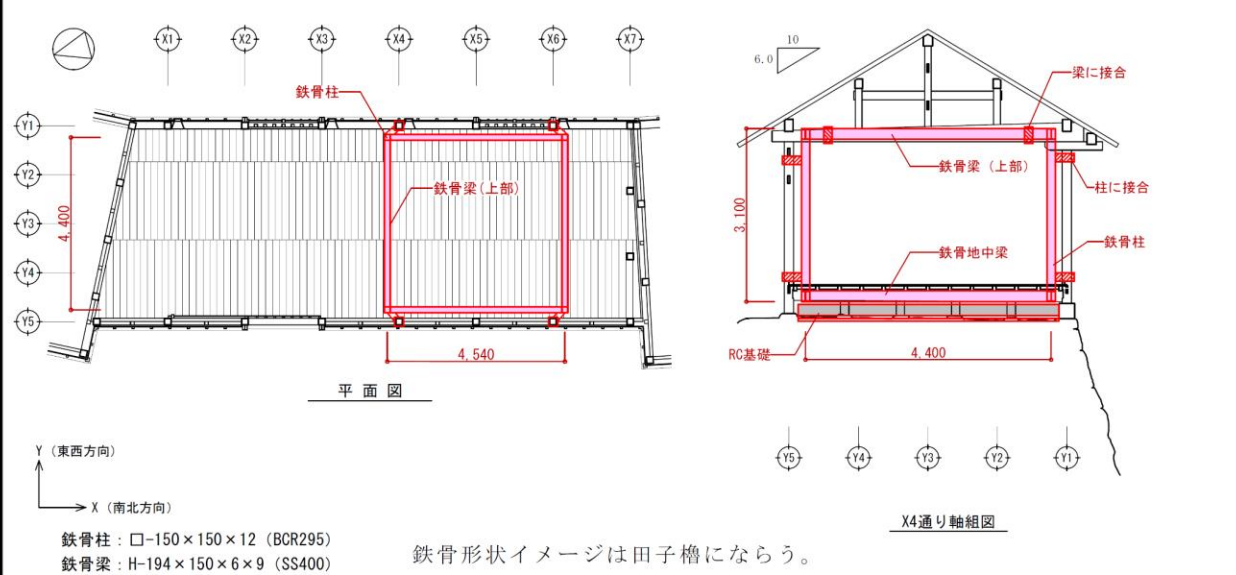
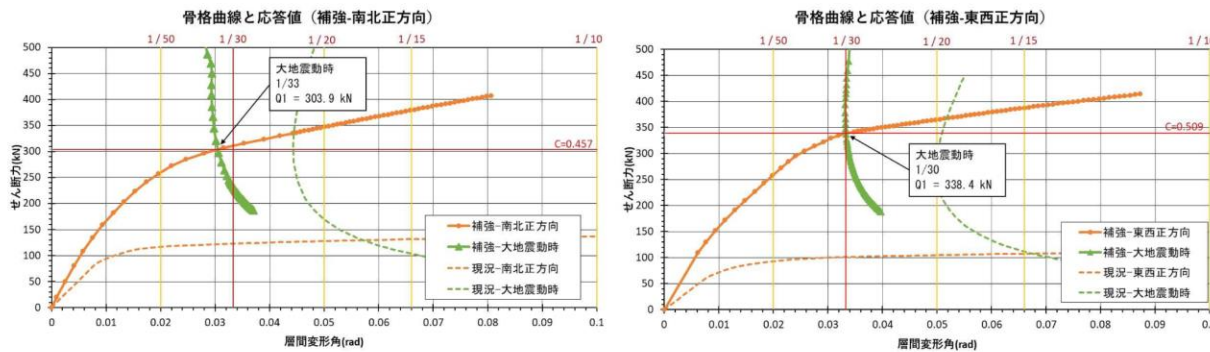
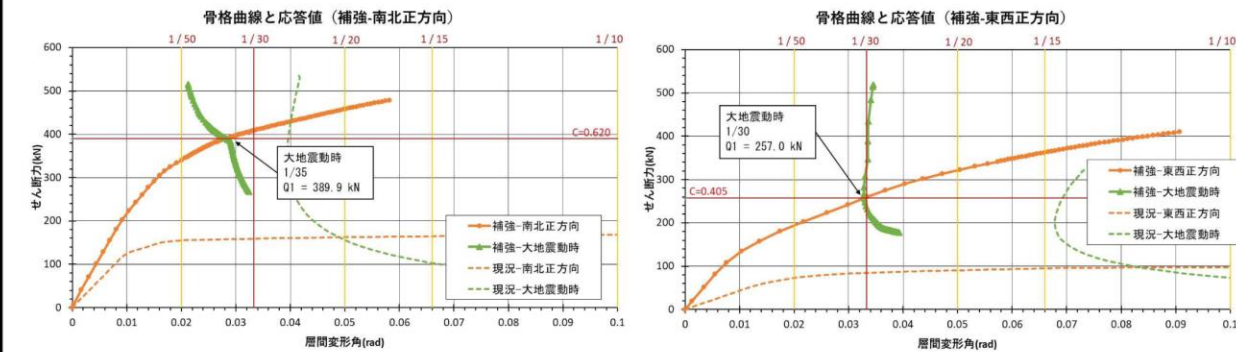
国指定重要文化財 熊本城 北十八間櫓ほか8棟 現況耐震性能一覧（共通事項：地震地域係数 Z = 0.9、地盤種別 第2種地盤、表層地盤の加速度増幅率 Gs 略算法、耐震目標 安全確保水準）

		北東櫓群（東十八間櫓・北十八間櫓・五間櫓）		【参考】東十八間櫓		【参考】北十八間櫓		【参考】五間櫓	
全体架構図									
規模	平屋/二階建	平屋		平屋		平屋		平屋	
	平面積	414.44 m ²		234.70 m ²		144.37 m ²		35.37 m ²	
屋根の仕様		本瓦葺、総目地漆喰塗		本瓦葺、総目地漆喰塗		本瓦葺、総目地漆喰塗		本瓦葺、総目地漆喰塗	
土壁の仕様と壁厚 太鼓壁表記 外＋内		東十八間櫓：真大壁 168mm、太鼓壁 84＋117mm、真壁 106mm 北十八間櫓：真大壁 212mm、太鼓壁 84＋117mm、真壁 84mm 五間櫓：真大壁 195mm、太鼓壁 54＋136mm、真壁 118mm		左記参照		左記参照		左記参照	
耐震診断用軒高(mm)		4,169（東十八間櫓軒桁天まで）		4,169		3,760		3,833	
建物重量（kN）		3505.6		1863.7		1389.4		415.3	
代表変位算出方法		立体縮約		立体縮約		立体縮約		立体縮約	
地震の方向		南北	東西	南北	東西	南北	東西	南北	東西
初期剛性固有周期(秒)		0.939	1.123	0.900	1.183	1.045	1.026	1.074	0.989
応答値の固有周期(秒)		1.384	2.153	2.072	3.202	1.662	1.602	3.010	2.730
応答層せん断力（kN）		548.1	475.1	408.8	245.3	209.9	262.7	56.2	65.5
応答層せん断力係数		0.156	0.136	0.219	0.132	0.151	0.189	0.135	0.158
応答層間 変形角 (rad)	代表	1/27	1/19	1/21	1/14	1/22	1/21	1/13	1/14
	最大	1/13	1/11	1/15.1	1/ 9	1/12	1/11	1/10	1/11
曲げ降伏が生じる柱		1ヶ所	なし	なし	2ヶ所	2ヶ所	2ヶ所	なし	なし
極稀暴風時風圧力(kN)		236.0	424.0	57.8	279.5	149.7	140.5	50.0	29.9
弱点図									

：耐震目標を満足しない
：極稀暴風時風圧力卓越

2.耐震補強案の検討について（審議）

国指定重要文化財 熊本城 北十八間櫓ほか 8 棟 鉄骨補強案耐震性能一覧

	1， 田子櫓		2， 七間櫓																																																																																											
補強概要	 鉄骨柱：□-150×150×12（BCR295） 鉄骨梁：地中梁 H-194×150×6×9（SS400） 上部梁-桁行方向 H-194×150×6×9（SS400） 上部梁-梁間方向 H-300×150×6.5×9（SS400）		 鉄骨柱：□-150×150×12（BCR295） 鉄骨梁：H-194×150×6×9（SS400） 鉄骨形状イメージは田子櫓にならう。																																																																																											
等価1質点系応答予測値																																																																																														
応答層せん断力・応答層間変形角	<table><tr><th colspan="2" rowspan="2">項 目</th><th colspan="2">南北正方向</th><th colspan="2">東西正方向</th></tr><tr><th>現況</th><th>補強後</th><th>現況</th><th>補強後</th></tr><tr><td colspan="2">固有周期（秒：初期剛性）</td><td>1.060</td><td>0.742</td><td>1.201</td><td>0.819</td></tr><tr><td colspan="2">固有周期（秒：応答値）</td><td>2.292</td><td>1.104</td><td>2.737</td><td>1.076</td></tr><tr><td colspan="2">応答層せん断力（kN）</td><td>129.6</td><td>303.9</td><td>117.4</td><td>338.4</td></tr><tr><td colspan="2">応答層せん断力係数</td><td>0.192</td><td>0.457</td><td>0.160</td><td>0.509</td></tr><tr><td rowspan="2">応答層間変形角（rad）</td><td>代表</td><td>1/17</td><td>1/33</td><td>1/15</td><td>1/30</td></tr><tr><td>最大値</td><td>1/16</td><td>1/26</td><td>1/14</td><td>1/25</td></tr></table> 目標値を満足しない		項 目		南北正方向		東西正方向		現況	補強後	現況	補強後	固有周期（秒：初期剛性）		1.060	0.742	1.201	0.819	固有周期（秒：応答値）		2.292	1.104	2.737	1.076	応答層せん断力（kN）		129.6	303.9	117.4	338.4	応答層せん断力係数		0.192	0.457	0.160	0.509	応答層間変形角（rad）	代表	1/17	1/33	1/15	1/30	最大値	1/16	1/26	1/14	1/25	<table><tr><th colspan="2" rowspan="2">項 目</th><th colspan="2">南北正方向</th><th colspan="2">東西正方向</th></tr><tr><th>現況</th><th>補強後</th><th>現況</th><th>補強後</th></tr><tr><td colspan="2">固有周期（秒：初期剛性）</td><td>0.885</td><td>0.620</td><td>1.434</td><td>0.765</td></tr><tr><td colspan="2">固有周期（秒：応答値）</td><td>1.747</td><td>0.848</td><td>2.972</td><td>0.973</td></tr><tr><td colspan="2">応答層せん断力（kN）</td><td>162.1</td><td>389.9</td><td>96.9</td><td>257.0</td></tr><tr><td colspan="2">応答層せん断力係数</td><td>0.261</td><td>0.620</td><td>0.156</td><td>0.409</td></tr><tr><td rowspan="2">応答層間変形角（rad）</td><td>代表</td><td>1/20</td><td>1/35</td><td>1/12</td><td>1/30</td></tr><tr><td>最大値</td><td>1/19</td><td>1/33</td><td>1/ 9</td><td>1/19</td></tr></table> 目標値を満足しない		項 目		南北正方向		東西正方向		現況	補強後	現況	補強後	固有周期（秒：初期剛性）		0.885	0.620	1.434	0.765	固有周期（秒：応答値）		1.747	0.848	2.972	0.973	応答層せん断力（kN）		162.1	389.9	96.9	257.0	応答層せん断力係数		0.261	0.620	0.156	0.409	応答層間変形角（rad）	代表	1/20	1/35	1/12	1/30	最大値	1/19	1/33	1/ 9	1/19
	項 目				南北正方向		東西正方向																																																																																							
現況			補強後	現況	補強後																																																																																									
固有周期（秒：初期剛性）		1.060	0.742	1.201	0.819																																																																																									
固有周期（秒：応答値）		2.292	1.104	2.737	1.076																																																																																									
応答層せん断力（kN）		129.6	303.9	117.4	338.4																																																																																									
応答層せん断力係数		0.192	0.457	0.160	0.509																																																																																									
応答層間変形角（rad）	代表	1/17	1/33	1/15	1/30																																																																																									
	最大値	1/16	1/26	1/14	1/25																																																																																									
項 目		南北正方向		東西正方向																																																																																										
		現況	補強後	現況	補強後																																																																																									
固有周期（秒：初期剛性）		0.885	0.620	1.434	0.765																																																																																									
固有周期（秒：応答値）		1.747	0.848	2.972	0.973																																																																																									
応答層せん断力（kN）		162.1	389.9	96.9	257.0																																																																																									
応答層せん断力係数		0.261	0.620	0.156	0.409																																																																																									
応答層間変形角（rad）	代表	1/20	1/35	1/12	1/30																																																																																									
	最大値	1/19	1/33	1/ 9	1/19																																																																																									

補強概要

The structural drawings include:

- 平面図 (Plan View):** Shows the layout of the main building frame with dimensions 5,310 and 4,489. It includes a compass rose indicating North (X) and East (Y) directions.
- 鉄骨形状イメージ図 (Steel Frame Shape Image Diagram):** A perspective view showing the 3D arrangement of the steel columns and beams.
- X9通り軸組図 (Cross-section X9):** A vertical section view showing the height of the frame, with dimensions 3,300 and 5,310. It labels the steel columns, beams, and the RC foundation.

鉄骨柱: □-150×150×12 (BCR295)

鉄骨梁: H-194×150×6×9 (SS400)

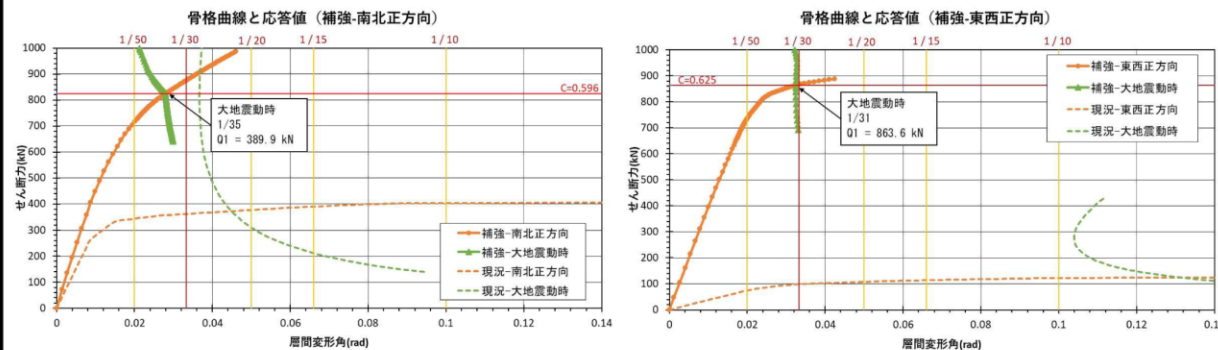
Figure 1 consists of three diagrams illustrating the reinforcement layout and shape of the main frame:

- 平面図 (Plan View):** Shows the top-down layout of the main frame. The dimensions are 5.310m (width) and 1.370m (depth). The reinforcement columns (鉄骨柱) and beams (鉄骨梁) are highlighted in red. The plan view also shows the grid lines X1 to X5 and Y1 to Y5.
- X3通リ軸組図 (Section View):** Shows the side elevation of the main frame. The height is 3.500m. The reinforcement columns (鉄骨柱) and beams (鉄骨梁) are highlighted in red. The section view also shows the grid lines X1 to X5 and Y1 to Y5.
- 鉄骨形状イメージ図 (3D Perspective View):** Shows the 3D shape of the main frame, highlighting the reinforcement columns (鉄骨柱) and beams (鉄骨梁) in red.

Legend:

- 鉄骨柱: Reinforcement Column
- 鉄骨梁: Reinforcement Beam
- RC基礎: RC Foundation

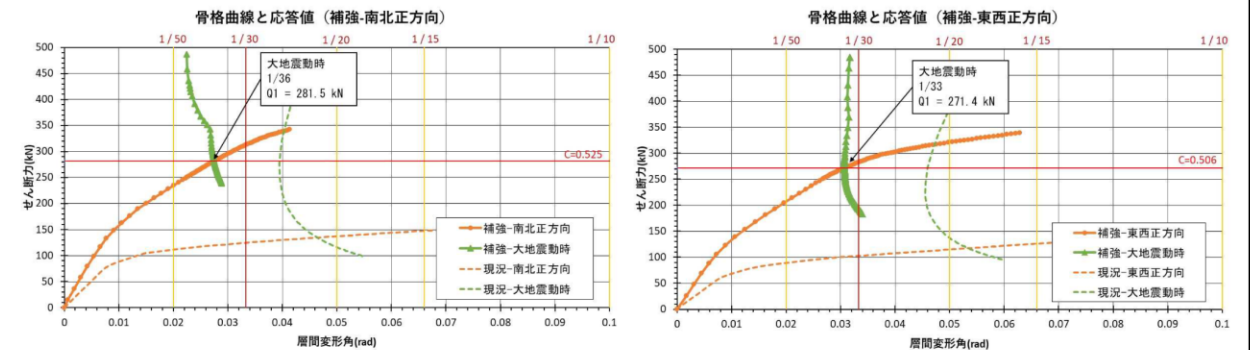
等価1質点系応答予測値



応答層せん断力・応答層間変形角

項 目		南北正方向		東西正方向	
		現況	補強後	現況	補強後
固有周期（秒：初期剛性）		0.845	0.636	2.276	0.737
固有周期（秒：応答値）		1.655	0.869	4.874	0.914
応答層せん断力（kN）		373.0	824.1	123.6	863.6
応答層せん断力係数		0.274	0.596	0.091	0.625
応答層間 変形角 （rad）	代表	1/22	1/36	1/ 8	1/31
	最大値	1/20	1/35	1/ 6	1/22

目標値を満足しない



項 目		南北正方向		東西正方向	
		現況	補強後	現況	補強後
固有周期（秒：初期剛性）		0.964	0.662	1.108	0.778
固有周期（秒：応答値）		1.821	0.971	2.086	0.978
応答層せん断力（kN）		134.7	281.5	117.4	271.4
応答層せん断力係数		0.255	0.525	0.222	0.506
応答層間 変形角 （rad）	代表	1/22	1/36	1/19	1/33
	最大値	1/20	1/33	1/17	1/25

目標値を満足しない

補強概要

鉄骨形状イメージは十四間櫓にならう。

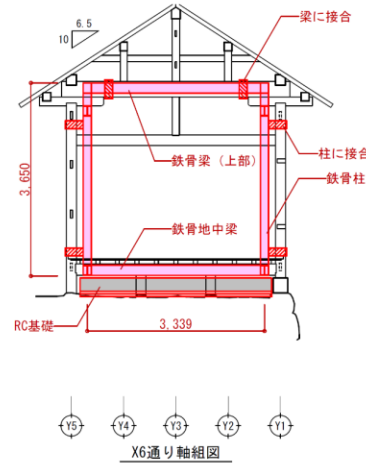
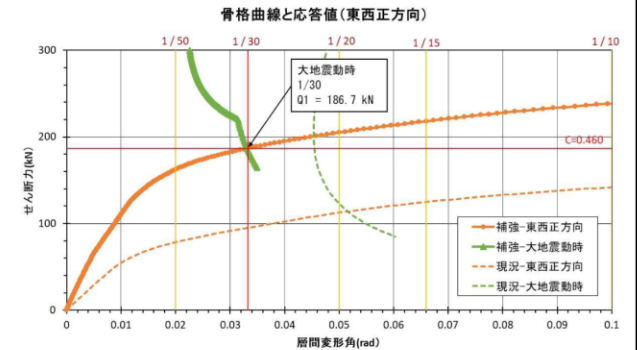
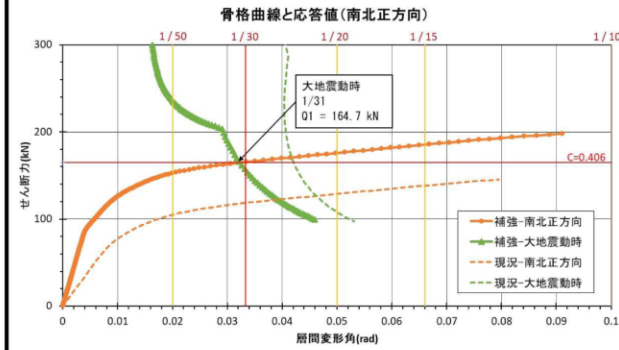
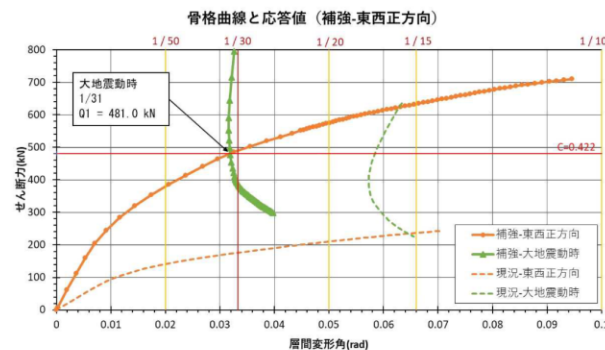


Figure 1: Reinforcement layout of the main floor slab. The figure includes a plan view (平面図) and three cross-sections (X1, Y1, Y6). The plan view shows a rectangular slab with reinforcement bars M16 (blue) and M12 (green). The X1 cross-section shows the slab thickness and reinforcement layout. The Y1 and Y6 cross-sections show the slab thickness and reinforcement layout, with Y6 showing a note '埋木する' (embed wood).



項 目		南北正方向		東西正方向	
		現況	補強後	現況	補強後
固有周期（秒：初期剛性）		0.847	0.622	1.374	0.797
固有周期（秒：応答値）		1.524	0.924	2.360	1.108
応答層せん断力（kN）		342.9	621.2	234.7	481.0
応答層せん断力係数		0.301	0.544	0.206	0.422
応答層間 変形角 （rad）	代表	1/25	1/38	1/15	1/31
	最大値	1/17	1/25	1/11	1/21

Page 10

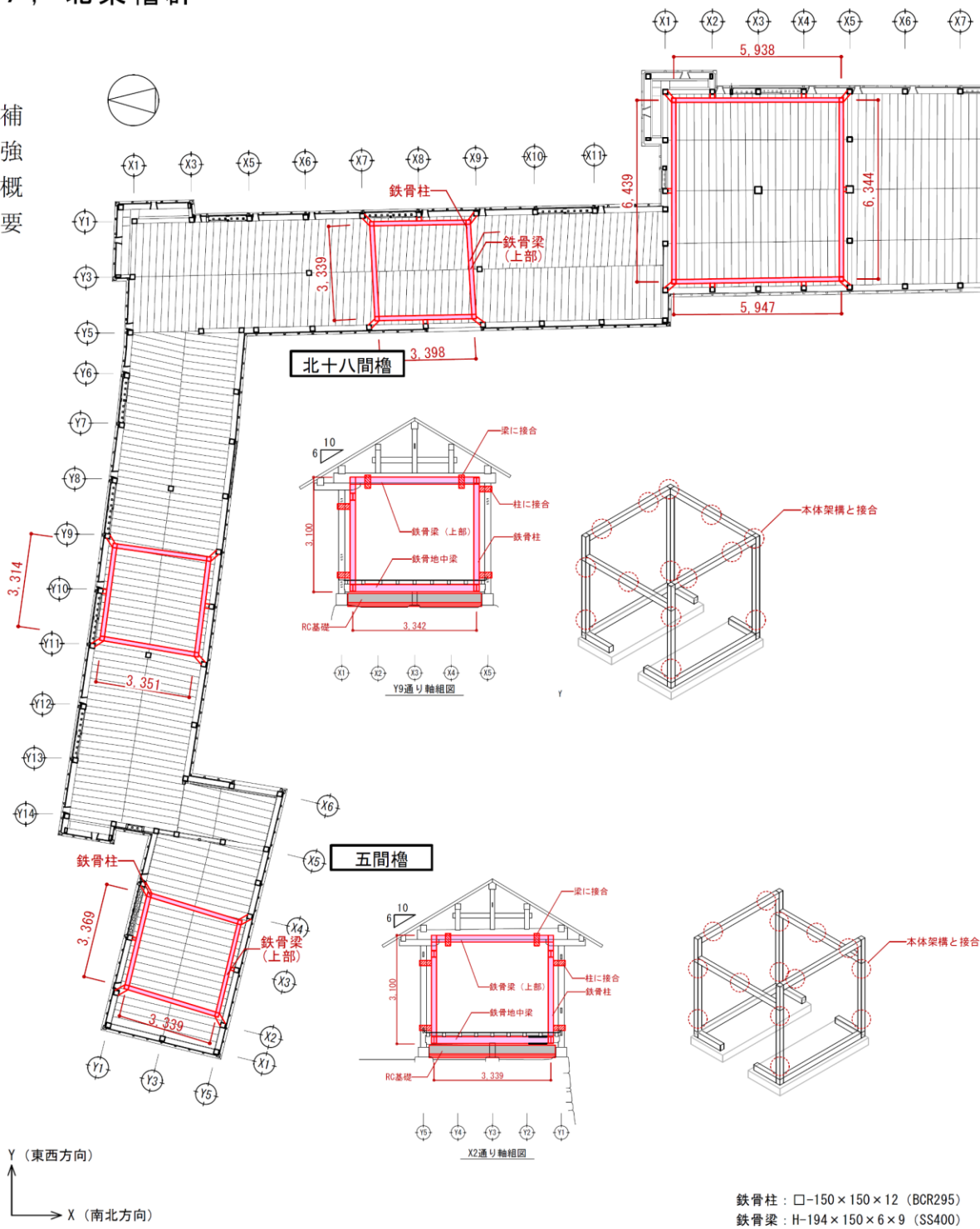
項 目		南北正方向		東西正方向	
		現況	補強後	現況	補強後
固有周期（秒：初期剛性）		0.773	0.491	0.867	0.557
固有周期（秒：応答値）		1.390	1.030	1.541	0.966
応答層せん断力（kN）		126.6	164.7	114.0	186.7
応答層せん断力係数		0.312	0.406	0.281	0.460
応答層間 変形角 （rad）	代表	1/22	1/31	1/19	1/30
	最大値	1/20	1/23	1/14	1/27

2.耐震補強案の検討について（審議）

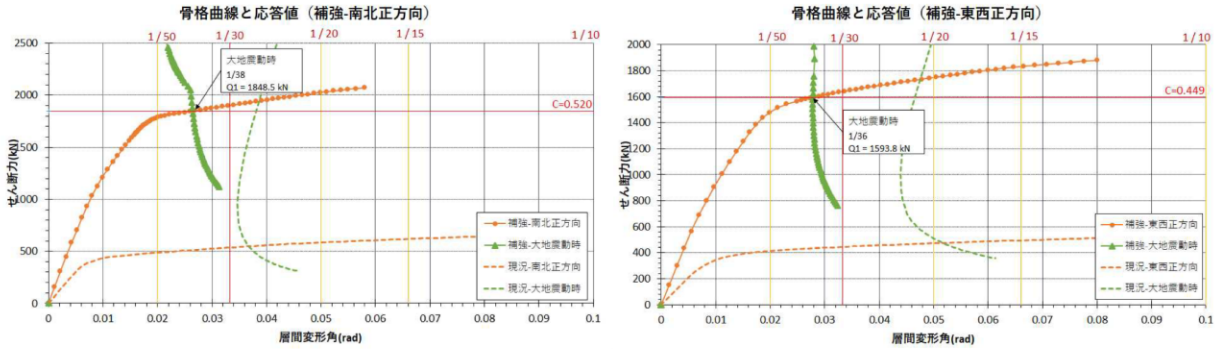
国指定重要文化財 熊本城 北十八間櫓ほか 8 棟 鉄骨補強案耐震性能一覧

7，北東櫓群

補強概要



等価1質点系応答予測値



応答層せん断力・応答層間変形角

項 目		南北正方向		東西正方向	
		現況	補強後	現況	補強後
固有周期 (秒：初期剛性)		0.939	0.634	1.123	0.707
固有周期 (秒：応答値)		1.384	0.921	2.153	0.932
応答層せん断力 (kN)		548.1	1848.5	475.0	1593.8
応答層せん断力係数		0.156	0.520	0.136	0.449
応答層間変形角 (rad)	代表	1/27	1/38	1/19	1/36
	最大値	1/13	1/25	1/11	1/20

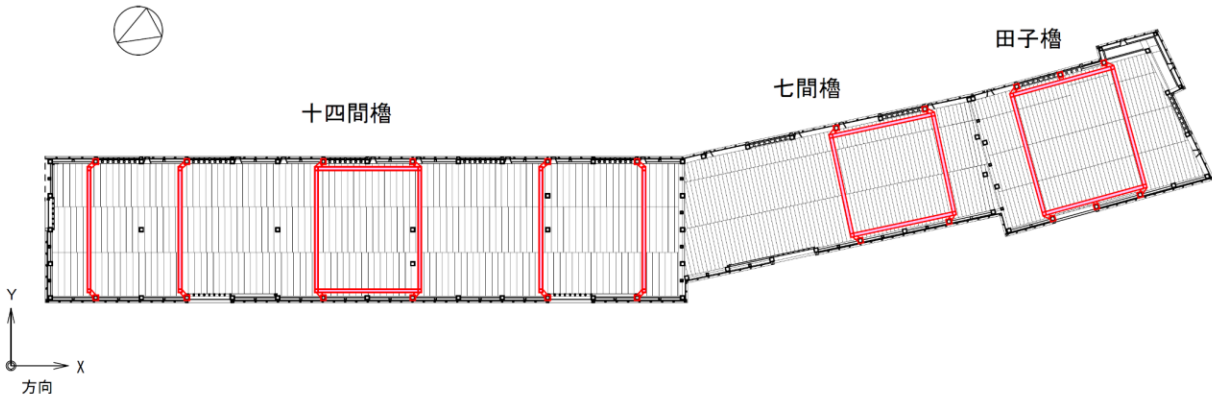
目標値を満足しない

2.耐震補強案の検討について（審議）

国指定重要文化財 熊本城 北十八間櫓ほか 8 棟 鉄骨補強案耐震性能一覧

【参考 1】 田子櫓＋七間櫓＋十四間櫓

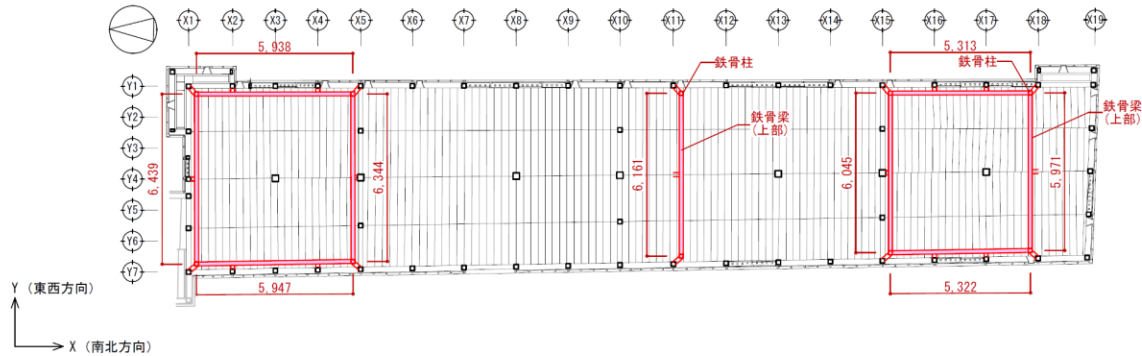
3 棟一体として解析した場合



鉄骨の仕様は各棟参照。

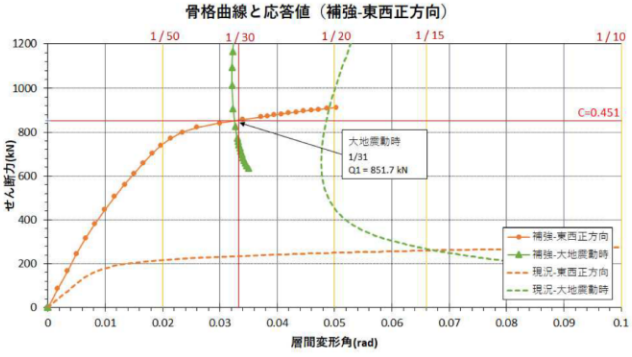
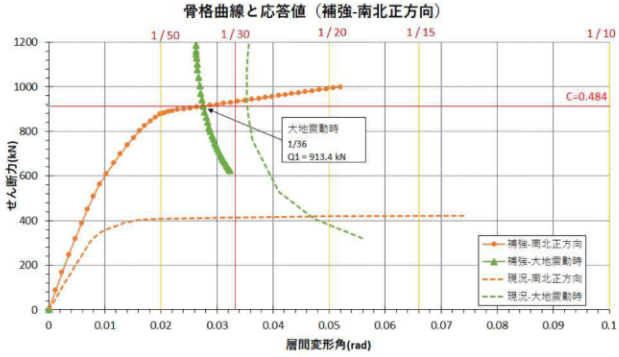
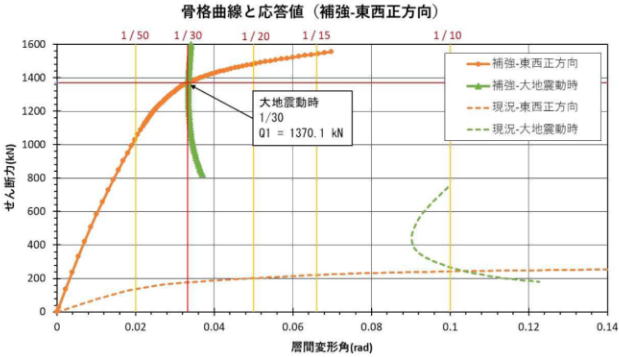
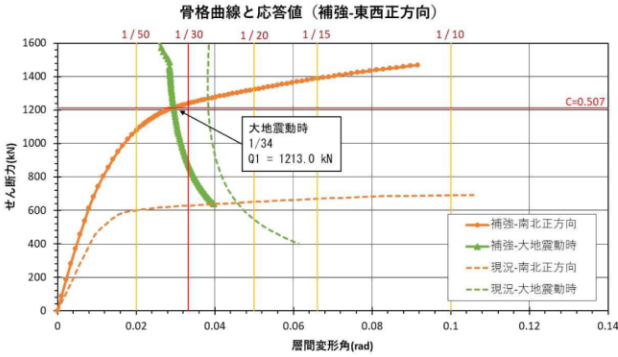
【参考 2】 東十八間櫓

単体として解析した場合



鉄骨の仕様は北東櫓群参照。

等価 1 質点系応答予測値



応答層せん断力・応答層間変形角

項 目		南北正方向		東西正方向	
		現況	補強後	現況	補強後
固有周期（秒：初期剛性）		0.868	0.664	2.040	0.788
固有周期（秒：応答値）		1.688	0.981	3.695	0.942
応答層せん断力（kN）		645.4	1213.0	243.8	1370.1
応答層せん断力係数		0.274	0.507	0.103	0.572
応答層間変形角（rad）	代表	1/22	1/34	1/10	1/30
	最大値	十四間櫓	1/20	1/31	1/ 7
		七間櫓	1/19	1/34	1/11
		田子櫓	1/21	1/34	1/33

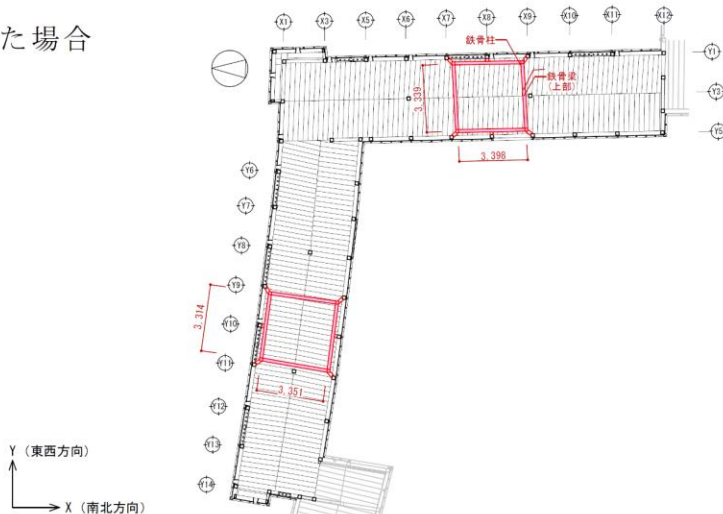
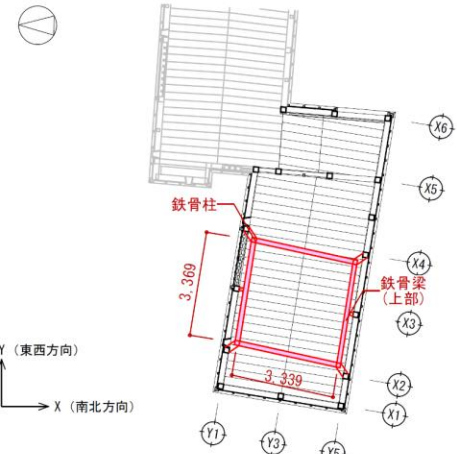
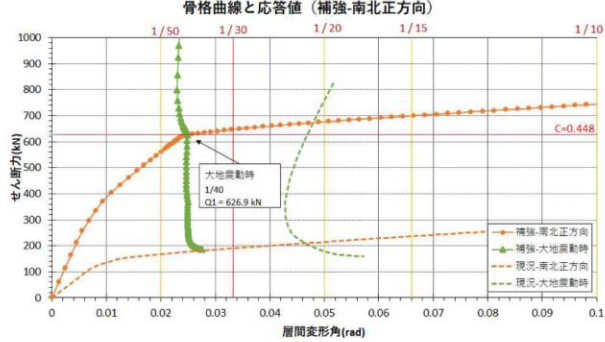
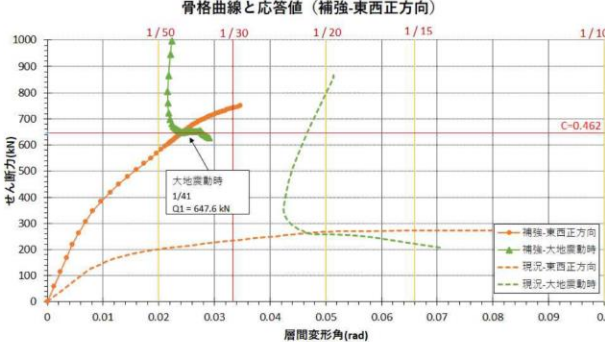
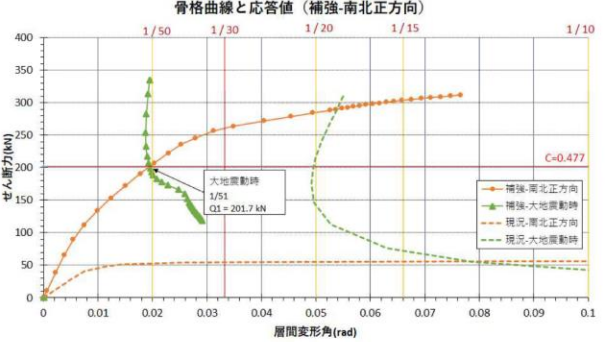
目標値を満足しない

項 目		南北正方向		東西正方向	
		現況	補強後	現況	補強後
固有周期（秒：初期剛性）		0.907	0.680	1.213	0.809
固有周期（秒：応答値）		2.015	1.021	2.922	1.149
応答層せん断力（kN）		418.1	913.4	260.8	851.7
応答層せん断力係数		0.224	0.484	0.140	0.451
応答層間変形角（rad）	代表	1/21	1/36	1/15	1/31
	最大値	1/16	1/30	1/9	1/19

目標値を満足しない

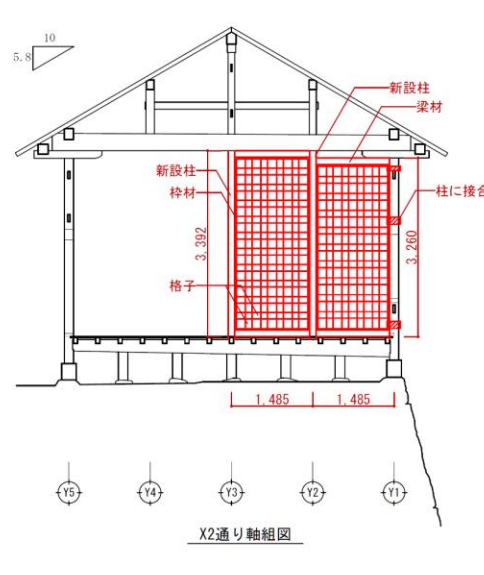
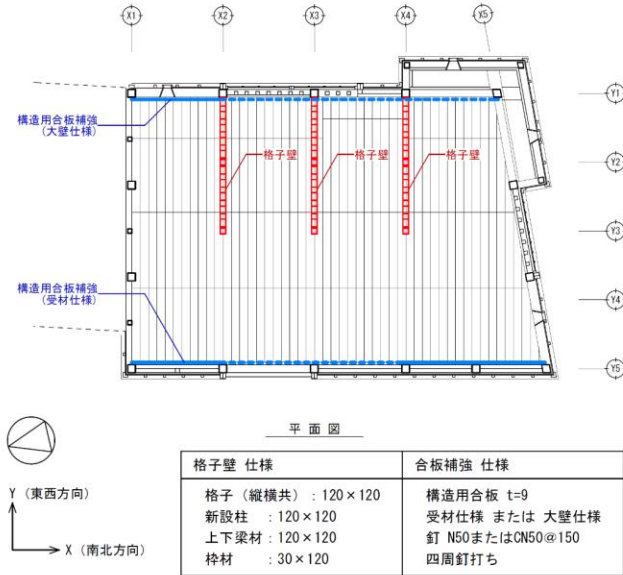
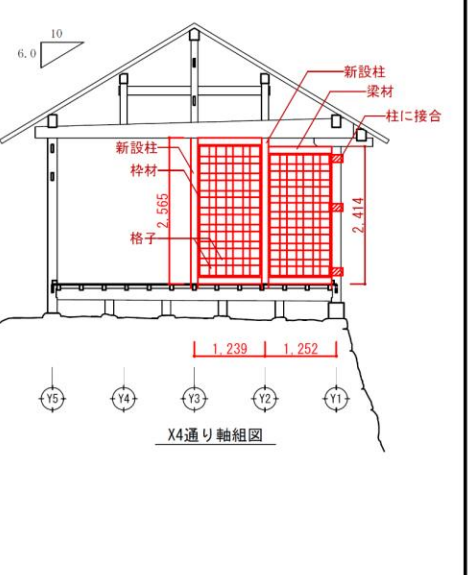
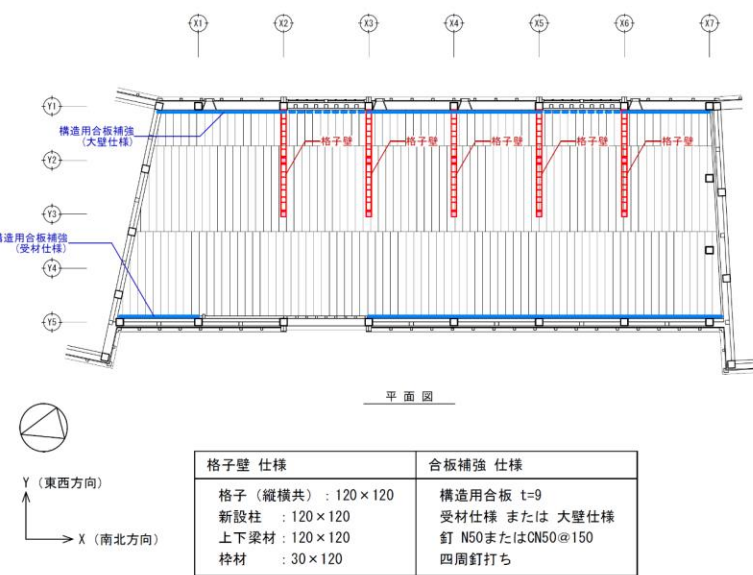
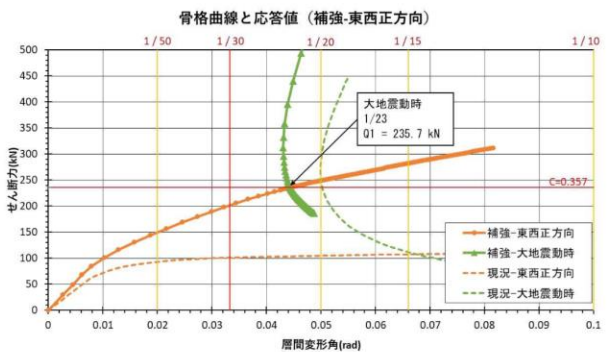
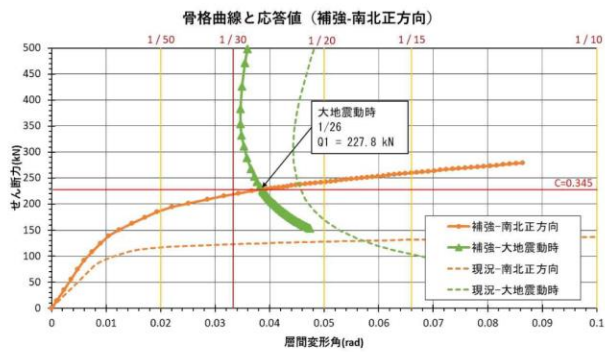
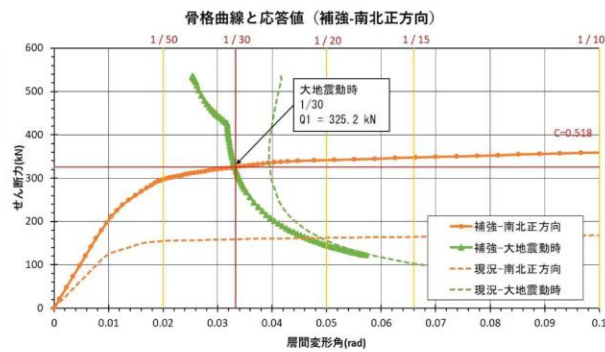
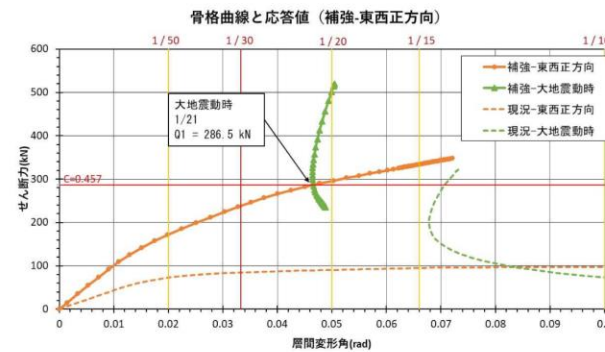
2.耐震補強案の検討について（審議）

国指定重要文化財 熊本城 北十八間櫓ほか 8 棟 鉄骨補強案耐震性能一覧

		【参考 3】北十八間櫓				【参考 4】五間櫓																																																																																													
補強概要	単体として解析した場合																																																																																																		
	鉄骨の仕様は北東櫓群参照。					鉄骨の仕様は北東櫓群参照。																																																																																													
等価 1 質点系応答予測値	骨格曲線と応答値（補強-南北正方向）					骨格曲線と応答値（補強-東西正方向）																																																																																													
						骨格曲線と応答値（補強-南北正方向）																																																																																													
						骨格曲線と応答値（補強-東西正方向）																																																																																													
応答層せん断力・応答層間変形角		<table><tr><th colspan="2" rowspan="2">項 目</th><th colspan="2">南北正方向</th><th colspan="2">東西正方向</th></tr><tr><th>現況</th><th>補強後</th><th>現況</th><th>補強後</th></tr><tr><td colspan="2">固有周期（秒：初期剛性）</td><td>1.045</td><td>0.640</td><td>1.026</td><td>0.619</td></tr><tr><td colspan="2">固有周期（秒：応答値）</td><td>1.662</td><td>0.803</td><td>1.602</td><td>0.796</td></tr><tr><td colspan="2">応答層せん断力（kN）</td><td>209.9</td><td>626.9</td><td>262.7</td><td>647.6</td></tr><tr><td colspan="2">応答層せん断力係数</td><td>0.151</td><td>0.448</td><td>0.189</td><td>0.462</td></tr><tr><td rowspan="2">応答層間変形角（rad）</td><td>代表</td><td>1/22</td><td>1/40</td><td>1/21</td><td>1/41</td></tr><tr><td>最大値</td><td>1/12</td><td>1/21</td><td>1/11</td><td>1/17</td></tr></table> 目標値を満足しない				項 目		南北正方向		東西正方向		現況	補強後	現況	補強後	固有周期（秒：初期剛性）		1.045	0.640	1.026	0.619	固有周期（秒：応答値）		1.662	0.803	1.602	0.796	応答層せん断力（kN）		209.9	626.9	262.7	647.6	応答層せん断力係数		0.151	0.448	0.189	0.462	応答層間変形角（rad）	代表	1/22	1/40	1/21	1/41	最大値	1/12	1/21	1/11	1/17	<table><tr><th colspan="2" rowspan="2">項 目</th><th colspan="2">南北正方向</th><th colspan="2">東西正方向</th></tr><tr><th>現況</th><th>補強後</th><th>現況</th><th>補強後</th></tr><tr><td colspan="2">固有周期（秒：初期剛性）</td><td>1.074</td><td>0.575</td><td>0.989</td><td>0.495</td></tr><tr><td colspan="2">固有周期（秒：応答値）</td><td>3.010</td><td>0.696</td><td>2.730</td><td>0.619</td></tr><tr><td colspan="2">応答層せん断力（kN）</td><td>56.2</td><td>201.7</td><td>65.5</td><td>273.7</td></tr><tr><td colspan="2">応答層せん断力係数</td><td>0.135</td><td>0.477</td><td>0.158</td><td>0.648</td></tr><tr><td rowspan="2">応答層間変形角（rad）</td><td>代表</td><td>1/13</td><td>1/51</td><td>1/14</td><td>1/62</td></tr><tr><td>最大値</td><td>1/10</td><td>1/30</td><td>1/11</td><td>1/51</td></tr></table> 目標値を満足しない				項 目		南北正方向		東西正方向		現況	補強後	現況	補強後	固有周期（秒：初期剛性）		1.074	0.575	0.989	0.495	固有周期（秒：応答値）		3.010	0.696	2.730	0.619	応答層せん断力（kN）		56.2	201.7	65.5	273.7	応答層せん断力係数		0.135	0.477	0.158	0.648	応答層間変形角（rad）	代表	1/13	1/51	1/14	1/62	最大値	1/10	1/30	1/11	1/51
	項 目		南北正方向		東西正方向																																																																																														
現況			補強後	現況	補強後																																																																																														
固有周期（秒：初期剛性）		1.045	0.640	1.026	0.619																																																																																														
固有周期（秒：応答値）		1.662	0.803	1.602	0.796																																																																																														
応答層せん断力（kN）		209.9	626.9	262.7	647.6																																																																																														
応答層せん断力係数		0.151	0.448	0.189	0.462																																																																																														
応答層間変形角（rad）	代表	1/22	1/40	1/21	1/41																																																																																														
	最大値	1/12	1/21	1/11	1/17																																																																																														
項 目		南北正方向		東西正方向																																																																																															
		現況	補強後	現況	補強後																																																																																														
固有周期（秒：初期剛性）		1.074	0.575	0.989	0.495																																																																																														
固有周期（秒：応答値）		3.010	0.696	2.730	0.619																																																																																														
応答層せん断力（kN）		56.2	201.7	65.5	273.7																																																																																														
応答層せん断力係数		0.135	0.477	0.158	0.648																																																																																														
応答層間変形角（rad）	代表	1/13	1/51	1/14	1/62																																																																																														
	最大値	1/10	1/30	1/11	1/51																																																																																														

2.耐震補強案の検討について（審議）

国指定重要文化財 熊本城 北十八間櫓ほか 8 棟 格子壁・合板補強案 耐震性能一覧

	1，田子櫓	2，七間櫓																																																																												
補強概要	 <table><tr><th>格子壁 仕様</th><th>合板補強 仕様</th></tr><tr><td>格子（縦横共）：120×120 新設柱：120×120 上下梁材：120×120 桟材：30×120</td><td>構造用合板 t=9 受材仕様 または 大壁仕様 釘 N50またはCN50@150 四周釘打ち</td></tr></table>	格子壁 仕様	合板補強 仕様	格子（縦横共）：120×120 新設柱：120×120 上下梁材：120×120 桟材：30×120	構造用合板 t=9 受材仕様 または 大壁仕様 釘 N50またはCN50@150 四周釘打ち	 <table><tr><th>格子壁 仕様</th><th>合板補強 仕様</th></tr><tr><td>格子（縦横共）：120×120 新設柱：120×120 上下梁材：120×120 桟材：30×120</td><td>構造用合板 t=9 受材仕様 または 大壁仕様 釘 N50またはCN50@150 四周釘打ち</td></tr></table>	格子壁 仕様	合板補強 仕様	格子（縦横共）：120×120 新設柱：120×120 上下梁材：120×120 桟材：30×120	構造用合板 t=9 受材仕様 または 大壁仕様 釘 N50またはCN50@150 四周釘打ち																																																																				
格子壁 仕様	合板補強 仕様																																																																													
格子（縦横共）：120×120 新設柱：120×120 上下梁材：120×120 桟材：30×120	構造用合板 t=9 受材仕様 または 大壁仕様 釘 N50またはCN50@150 四周釘打ち																																																																													
格子壁 仕様	合板補強 仕様																																																																													
格子（縦横共）：120×120 新設柱：120×120 上下梁材：120×120 桟材：30×120	構造用合板 t=9 受材仕様 または 大壁仕様 釘 N50またはCN50@150 四周釘打ち																																																																													
等価1質点系応答予測値	 																																																																													
応答層せん断力・応答層間変形角	<table><tr><th rowspan="2">項 目</th><th colspan="2">南北正方向</th><th colspan="2">東西正方向</th></tr><tr><th>現況</th><th>補強後</th><th>現況</th><th>補強後</th></tr><tr><td>固有周期（秒：初期剛性）</td><td>1.060</td><td>0.865</td><td>1.201</td><td>1.045</td></tr><tr><td>固有周期（秒：応答値）</td><td>2.292</td><td>1.421</td><td>2.737</td><td>1.511</td></tr><tr><td>応答層せん断力（kN）</td><td>129.6</td><td>227.8</td><td>117.4</td><td>235.7</td></tr><tr><td>応答層せん断力係数</td><td>0.192</td><td>0.345</td><td>0.160</td><td>0.357</td></tr><tr><td rowspan="2">応答層間変形角（rad）</td><td>代表</td><td>1/17</td><td>1/26</td><td>1/15</td></tr><tr><td>最大値</td><td>1/16</td><td>1/23</td><td>1/14</td></tr></table> 目標値を満足しない	項 目	南北正方向		東西正方向		現況	補強後	現況	補強後	固有周期（秒：初期剛性）	1.060	0.865	1.201	1.045	固有周期（秒：応答値）	2.292	1.421	2.737	1.511	応答層せん断力（kN）	129.6	227.8	117.4	235.7	応答層せん断力係数	0.192	0.345	0.160	0.357	応答層間変形角（rad）	代表	1/17	1/26	1/15	最大値	1/16	1/23	1/14	<table><tr><th rowspan="2">項 目</th><th colspan="2">南北正方向</th><th colspan="2">東西正方向</th></tr><tr><th>現況</th><th>補強後</th><th>現況</th><th>補強後</th></tr><tr><td>固有周期（秒：初期剛性）</td><td>0.885</td><td>0.671</td><td>1.434</td><td>0.974</td></tr><tr><td>固有周期（秒：応答値）</td><td>1.747</td><td>1.018</td><td>2.972</td><td>1.295</td></tr><tr><td>応答層せん断力（kN）</td><td>162.1</td><td>325.2</td><td>96.9</td><td>286.5</td></tr><tr><td>応答層せん断力係数</td><td>0.261</td><td>0.518</td><td>0.156</td><td>0.457</td></tr><tr><td rowspan="2">応答層間変形角（rad）</td><td>代表</td><td>1/20</td><td>1/30</td><td>1/12</td></tr><tr><td>最大値</td><td>1/19</td><td>1/30</td><td>1/9</td></tr></table> 目標値を満足しない	項 目	南北正方向		東西正方向		現況	補強後	現況	補強後	固有周期（秒：初期剛性）	0.885	0.671	1.434	0.974	固有周期（秒：応答値）	1.747	1.018	2.972	1.295	応答層せん断力（kN）	162.1	325.2	96.9	286.5	応答層せん断力係数	0.261	0.518	0.156	0.457	応答層間変形角（rad）	代表	1/20	1/30	1/12	最大値	1/19	1/30	1/9
項 目	南北正方向		東西正方向																																																																											
	現況	補強後	現況	補強後																																																																										
固有周期（秒：初期剛性）	1.060	0.865	1.201	1.045																																																																										
固有周期（秒：応答値）	2.292	1.421	2.737	1.511																																																																										
応答層せん断力（kN）	129.6	227.8	117.4	235.7																																																																										
応答層せん断力係数	0.192	0.345	0.160	0.357																																																																										
応答層間変形角（rad）	代表	1/17	1/26	1/15																																																																										
	最大値	1/16	1/23	1/14																																																																										
項 目	南北正方向		東西正方向																																																																											
	現況	補強後	現況	補強後																																																																										
固有周期（秒：初期剛性）	0.885	0.671	1.434	0.974																																																																										
固有周期（秒：応答値）	1.747	1.018	2.972	1.295																																																																										
応答層せん断力（kN）	162.1	325.2	96.9	286.5																																																																										
応答層せん断力係数	0.261	0.518	0.156	0.457																																																																										
応答層間変形角（rad）	代表	1/20	1/30	1/12																																																																										
	最大値	1/19	1/30	1/9																																																																										

補強概要

Figure 1: Reinforcement details of the main structure. The figure includes a plan view (平面図) and a cross-section view (X9通り軸組図). The plan view shows a rectangular structure with reinforcement bars (red dots) and labels for '格子壁' (Grid Wall) and '構造用合板補強 (受材仕様)' (Structural Plywood Reinforcement (Material Specification)). The cross-section view shows the internal structure with labels for '柱に接合' (Joint to Column), '新設柱' (New Column), '梁材' (Beam Material), '格子' (Grid), and '枠材' (Frame Material). A table below the plan view provides specifications for the grid wall and plywood reinforcement.

格子壁 仕様	合板補強 仕様
格子 (縦横共) : 120×120	構造用合板 t=9
新設柱 : 120×120	受材仕様
上下梁材 : 120×120	釘 N50またはGN50@150
枠材 : 30×120	四周釘打ち

Figure 1 consists of two parts: a plan view and a cross-section view (X3). The plan view shows a rectangular building footprint with grid lines X1 through X5 horizontally and Y1 through Y5 vertically. Red lines indicate '格子壁' (grid wall) and blue lines indicate '構造用合板補強' (structural plywood reinforcement). A circular inset shows a compass rose indicating North (X) and East (Y). The cross-section view shows the building's profile with a gabled roof. It highlights the '格子' (grid) and '構造用合板補強' (structural plywood reinforcement) in red. Dimensions are provided for the grid wall height (3.242m) and the reinforcement width (1.476m).

格子壁 仕様	合板補強 仕様
格子 (縦横共) : 120 × 120	構造用合板 t=9
新設柱 : 120 × 120	受材仕様
上下梁材 : 120 × 120	釘 N50またはCN50@150
枠材 : 30 × 120	四周釘打ち

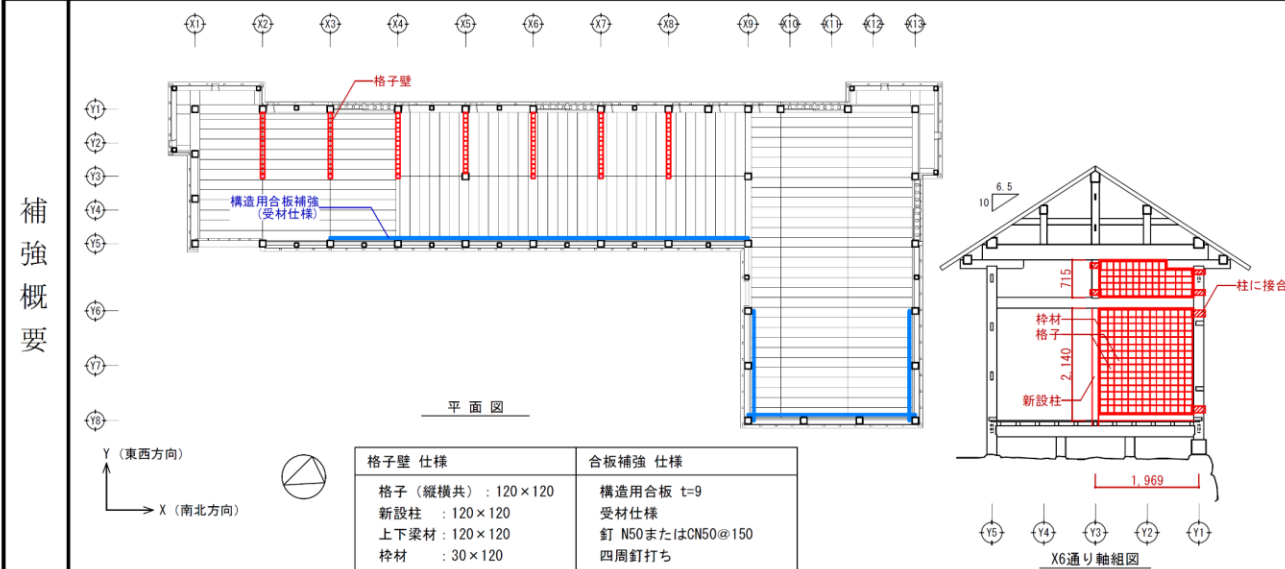
項 目		南北正方向		東西正方向	
		現況	補強後	現況	補強後
固有周期（秒：初期剛性）		0.845	0.680	2.276	1.130
固有周期（秒：応答値）		1.655	0.943	4.874	1.399
応答層せん断力（kN）		373.0	789.1	123.6	607.0
応答層せん断力係数		0.274	0.571	0.091	0.439
応答層間 変形角 （rad）	代表	1/22	1/33	1/ 8	1/19
	最大値	1/20	1/32	1/ 6	1/17

項 目		南北正方向		東西正方向	
		現況	補強後	現況	補強後
固有周期（秒：初期剛性）		0.964	0.799	1.108	0.877
固有周期（秒：応答値）		1.821	1.347	2.086	1.258
応答層せん断力（kN）		134.7	196.5	117.4	232.3
応答層せん断力係数		0.255	0.368	0.222	0.435
応答層間 変形角 （rad）	代表	1/22	1/28	1/19	1/27
	最大値	1/20	1/27	1/17	1/23

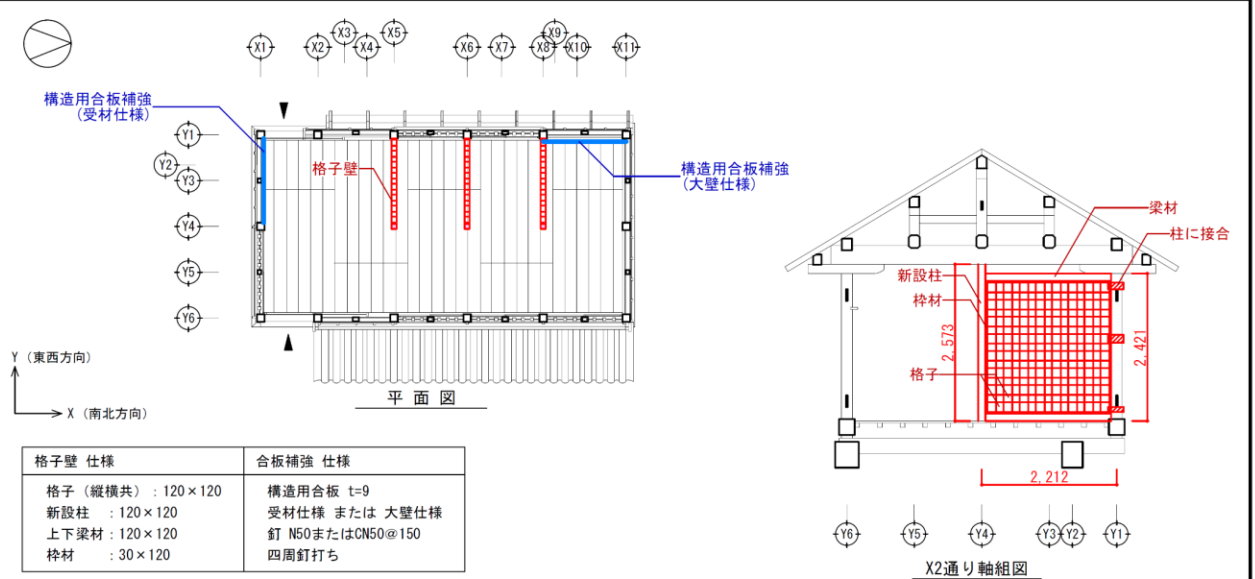
2.耐震補強案の検討について（審議）

国指定重要文化財 熊本城 北十八間櫓ほか8棟 格子壁・合板補強案 耐震性能一覧

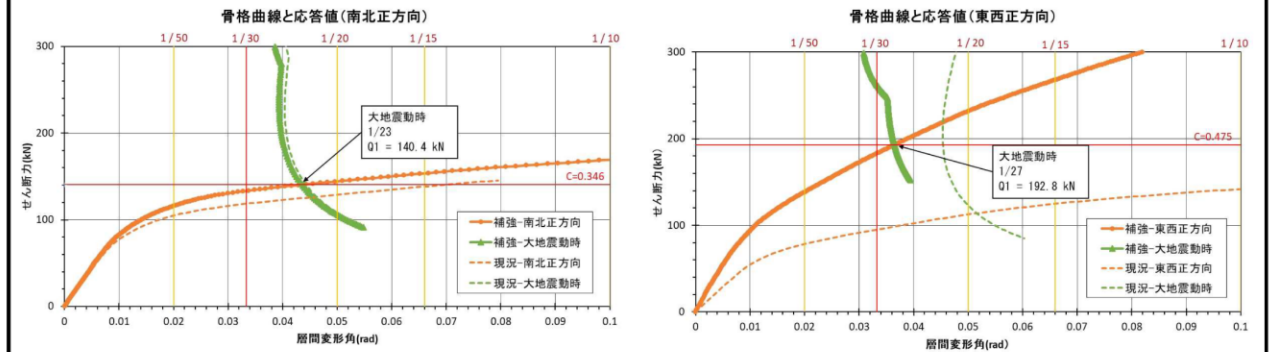
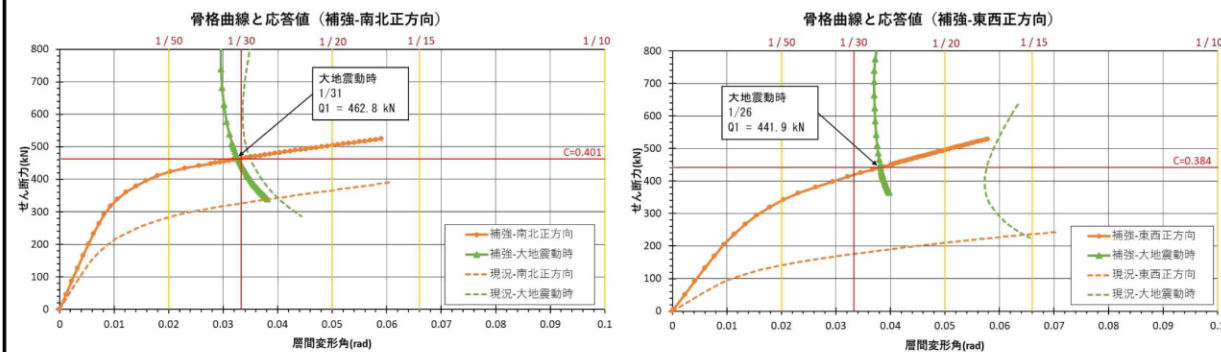
5, 源之進櫓



6, 不開門



等価1質点系応答予測値



応答層せん断力・応答層間変形角

項 目		南北正方向		東西正方向	
		現況	補強後	現況	補強後
固有周期（秒：初期剛性）		0.847	0.713	1.374	0.872
固有周期（秒：応答値）		1.524	1.217	2.360	1.331
応答層せん断力（kN）		342.9	462.8	234.7	441.9
応答層せん断力係数		0.301	0.402	0.206	0.384
応答層間 変形角 （rad）	代表	1/25	1/31	1/15	1/26
	最大値	1/17	1/23	1/11	1/19

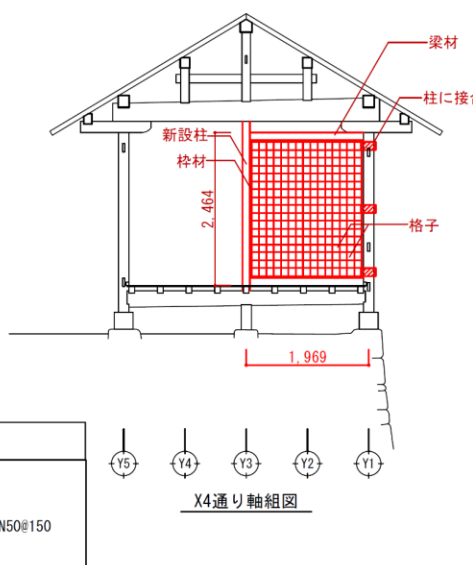
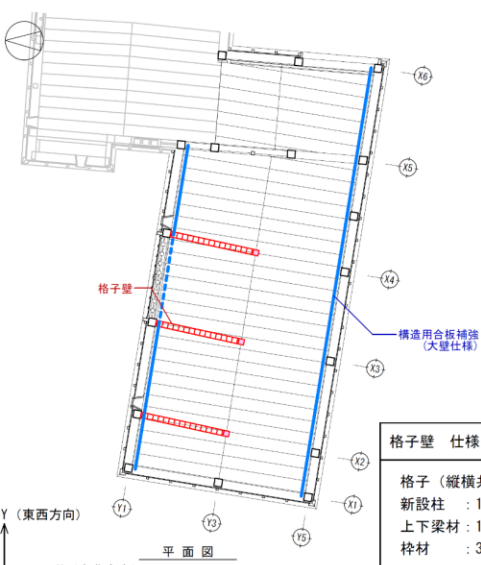
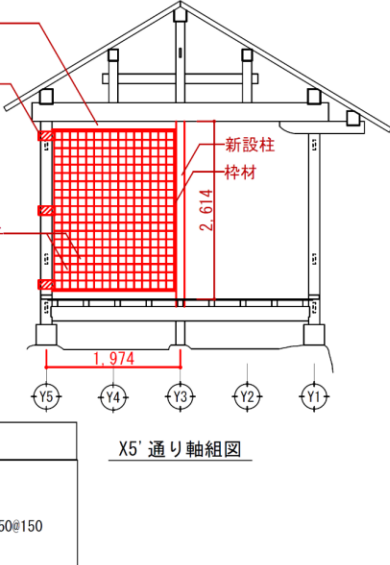
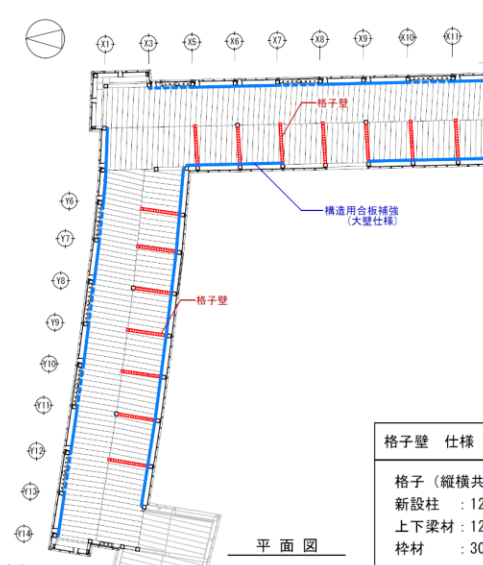
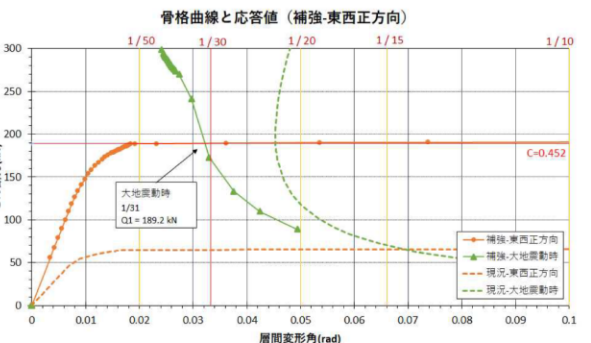
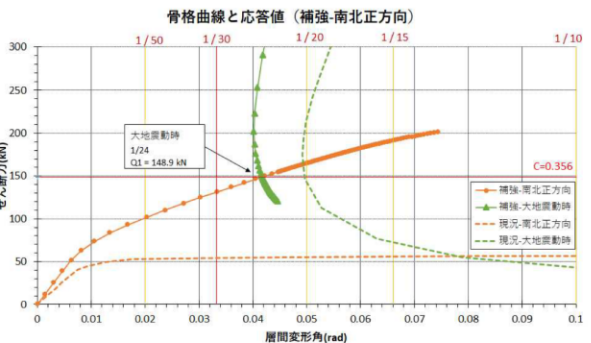
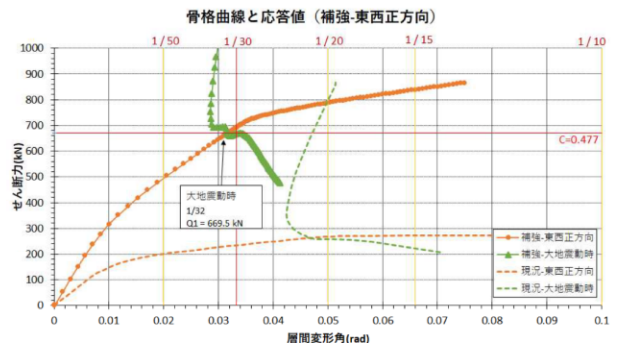
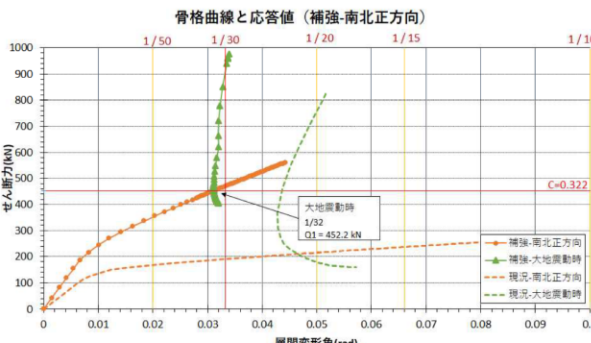
目標値を満足しない

項 目		南北正方向		東西正方向	
		現況	補強後	現況	補強後
固有周期（秒：初期剛性）		0.773	0.753	0.867	0.673
固有周期（秒：応答値）		1.390	1.284	1.541	0.998
応答層せん断力（kN）		126.6	140.4	114.0	192.8
応答層せん断力係数		0.312	0.346	0.281	0.475
応答層間 変形角 （rad）	代表	1/22	1/23	1/19	1/27
	最大値	1/20	1/22	1/14	1/15

目標値を満足しない

2.耐震補強案の検討について（審議）

国指定重要文化財 熊本城 北十八間櫓ほか8棟 格子壁・合板補強案 耐震性能一覧

	7, 五間櫓	8, 北十八間櫓																																																																																										
補強概要	<table><tr><th>格子壁 仕様</th><th>合板補強 仕様</th></tr><tr><td>格子（縦横共）：120×120 新設柱：120×120 上下梁材：120×120 枠材：30×120</td><td>構造用合板 t=9 大壁仕様 釘 N50 または CN50@150 四周釘打ち</td></tr></table>	格子壁 仕様	合板補強 仕様	格子（縦横共）：120×120 新設柱：120×120 上下梁材：120×120 枠材：30×120	構造用合板 t=9 大壁仕様 釘 N50 または CN50@150 四周釘打ち	<table><tr><th>格子壁 仕様</th><th>合板補強 仕様</th></tr><tr><td>格子（縦横共）：120×120 新設柱：120×120 上下梁材：120×120 枠材：30×120</td><td>構造用合板 t=9 大壁仕様 釘 N50 または CN50@150 四周釘打ち</td></tr></table>	格子壁 仕様	合板補強 仕様	格子（縦横共）：120×120 新設柱：120×120 上下梁材：120×120 枠材：30×120	構造用合板 t=9 大壁仕様 釘 N50 または CN50@150 四周釘打ち																																																																																		
格子壁 仕様	合板補強 仕様																																																																																											
格子（縦横共）：120×120 新設柱：120×120 上下梁材：120×120 枠材：30×120	構造用合板 t=9 大壁仕様 釘 N50 または CN50@150 四周釘打ち																																																																																											
格子壁 仕様	合板補強 仕様																																																																																											
格子（縦横共）：120×120 新設柱：120×120 上下梁材：120×120 枠材：30×120	構造用合板 t=9 大壁仕様 釘 N50 または CN50@150 四周釘打ち																																																																																											
等価1質点系応答予測値																																																																																												
応答層せん断力・応答層間変形角	<table><tr><th colspan="2" rowspan="2">項 目</th><th colspan="2">南北正方向</th><th colspan="2">東西正方向</th></tr><tr><th>現況</th><th>補強後</th><th>現況</th><th>補強後</th></tr><tr><td colspan="2">固有周期（秒：初期剛性）</td><td>1.074</td><td>0.883</td><td>0.989</td><td>0.610</td></tr><tr><td colspan="2">固有周期（秒：応答値）</td><td>3.010</td><td>1.332</td><td>2.730</td><td>1.133</td></tr><tr><td colspan="2">応答層せん断力（kN）</td><td>56.2</td><td>148.9</td><td>65.5</td><td>189.2</td></tr><tr><td colspan="2">応答層せん断力係数</td><td>0.135</td><td>0.356</td><td>0.158</td><td>0.452</td></tr><tr><td rowspan="2">応答層間変形角（rad）</td><td>代表</td><td>1/13</td><td>1/24</td><td>1/14</td><td>1/31</td></tr><tr><td>最大値</td><td>1/10</td><td>1/16</td><td>1/11</td><td>1/21</td></tr></table> 目標値を満足しない	項 目		南北正方向		東西正方向		現況	補強後	現況	補強後	固有周期（秒：初期剛性）		1.074	0.883	0.989	0.610	固有周期（秒：応答値）		3.010	1.332	2.730	1.133	応答層せん断力（kN）		56.2	148.9	65.5	189.2	応答層せん断力係数		0.135	0.356	0.158	0.452	応答層間変形角（rad）	代表	1/13	1/24	1/14	1/31	最大値	1/10	1/16	1/11	1/21	<table><tr><th colspan="2" rowspan="2">項 目</th><th colspan="2">南北正方向</th><th colspan="2">東西正方向</th></tr><tr><th>現況</th><th>補強後</th><th>現況</th><th>補強後</th></tr><tr><td colspan="2">固有周期（秒：初期剛性）</td><td>1.045</td><td>0.767</td><td>1.026</td><td>0.708</td></tr><tr><td colspan="2">固有周期（秒：応答値）</td><td>1.662</td><td>0.957</td><td>1.602</td><td>0.898</td></tr><tr><td colspan="2">応答層せん断力（kN）</td><td>209.9</td><td>452.2</td><td>262.7</td><td>669.5</td></tr><tr><td colspan="2">応答層せん断力係数</td><td>0.151</td><td>0.322</td><td>0.189</td><td>0.477</td></tr><tr><td rowspan="2">応答層間変形角（rad）</td><td>代表</td><td>1/22</td><td>1/32</td><td>1/21</td><td>1/32</td></tr><tr><td>最大値</td><td>1/12</td><td>1/17</td><td>1/11</td><td>1/15.6</td></tr></table> 目標値を満足しない	項 目		南北正方向		東西正方向		現況	補強後	現況	補強後	固有周期（秒：初期剛性）		1.045	0.767	1.026	0.708	固有周期（秒：応答値）		1.662	0.957	1.602	0.898	応答層せん断力（kN）		209.9	452.2	262.7	669.5	応答層せん断力係数		0.151	0.322	0.189	0.477	応答層間変形角（rad）	代表	1/22	1/32	1/21	1/32	最大値	1/12	1/17	1/11	1/15.6
項 目				南北正方向		東西正方向																																																																																						
		現況	補強後	現況	補強後																																																																																							
固有周期（秒：初期剛性）		1.074	0.883	0.989	0.610																																																																																							
固有周期（秒：応答値）		3.010	1.332	2.730	1.133																																																																																							
応答層せん断力（kN）		56.2	148.9	65.5	189.2																																																																																							
応答層せん断力係数		0.135	0.356	0.158	0.452																																																																																							
応答層間変形角（rad）	代表	1/13	1/24	1/14	1/31																																																																																							
	最大値	1/10	1/16	1/11	1/21																																																																																							
項 目		南北正方向		東西正方向																																																																																								
		現況	補強後	現況	補強後																																																																																							
固有周期（秒：初期剛性）		1.045	0.767	1.026	0.708																																																																																							
固有周期（秒：応答値）		1.662	0.957	1.602	0.898																																																																																							
応答層せん断力（kN）		209.9	452.2	262.7	669.5																																																																																							
応答層せん断力係数		0.151	0.322	0.189	0.477																																																																																							
応答層間変形角（rad）	代表	1/22	1/32	1/21	1/32																																																																																							
	最大値	1/12	1/17	1/11	1/15.6																																																																																							

2.耐震補強案の検討について（審議）

国指定重要文化財 熊本城 北十八間櫓ほか8棟 格子壁・合板補強案 耐震性能一覧

