

土木学会 地震工学委員会 城壁の耐震診断・補強に関する研究小委員会 主催
『 城壁の耐震診断・補強に関するシンポジウム 』

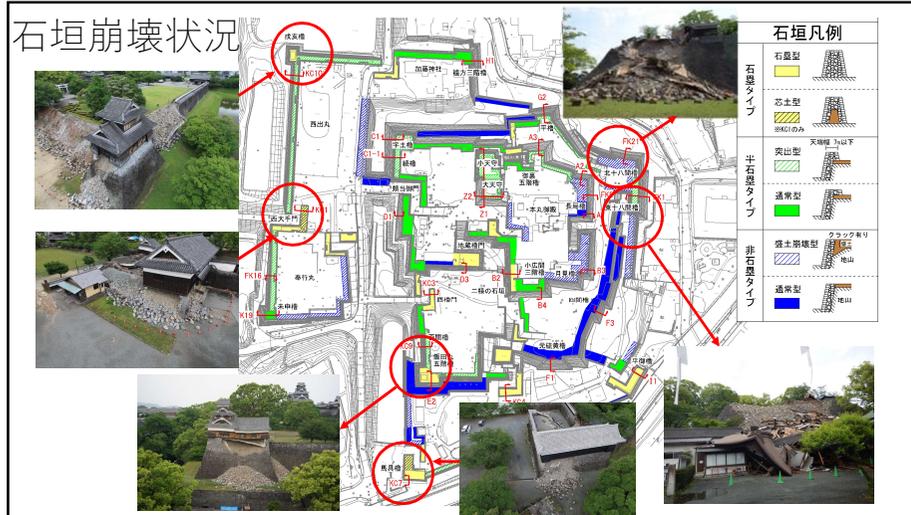
大型振動台実験による石垣補強技術 の耐震性評価

国土館大学
静岡理工科大学
金沢大学
金沢大学

○橋本 隆雄
中澤 博志
池本 敏和
宮島 昌克

目的

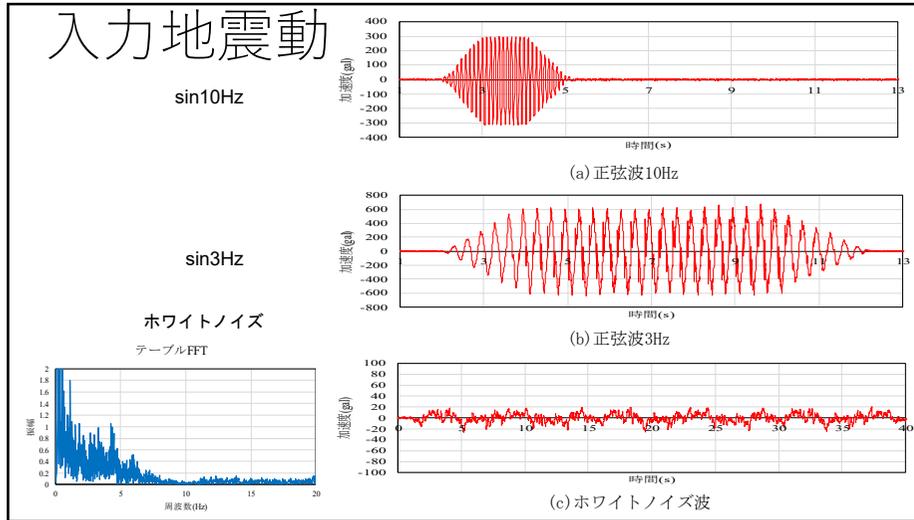
- 2016年熊本地震はM_{6.5}の前震及びM_{7.3}の本震により熊本県全域に大きな被害をもたらした。特に、熊本県のシンボルである熊本城では、**石垣全体の30%が崩壊や孕みの被害**が生じた。
 - しかし、**石垣の崩壊のメカニズム及び補強対策の効果はまだ明らかとなっていない**。石垣修復においては、耐震性能の向上が期待できる工法の採用が望まれるが、城郭石垣の既往事例でもその**動的な効果を明確にして適用したものは見当たらない**。
- ↓
- そこで、本実験は対象とする飯田丸五階櫓や宇土櫓石垣を想定した修復耐震補強工法として、伝統的工法を基本に近代工法も含めた耐震補強の効果を**大型振動台における加振実験によって客観的・定量的に検証**することを目的としている。



防災科学技術研究所の振動台の様子

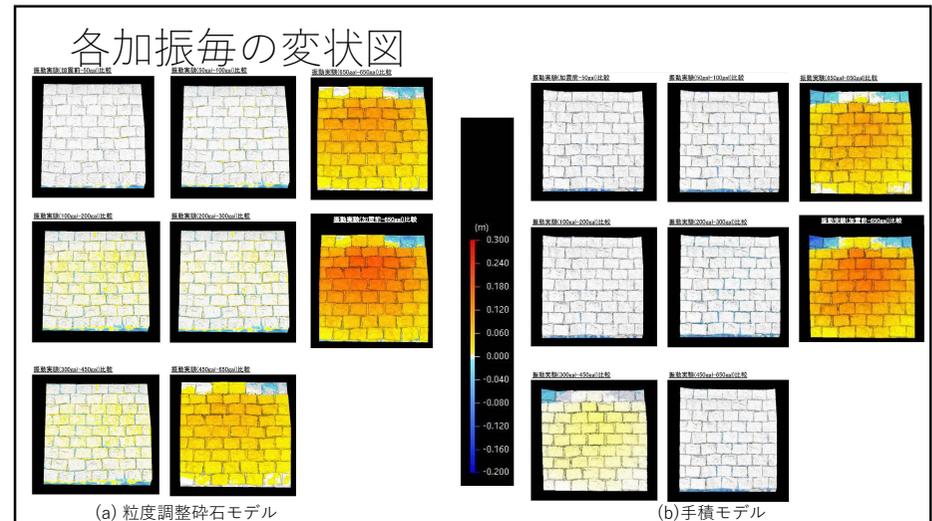
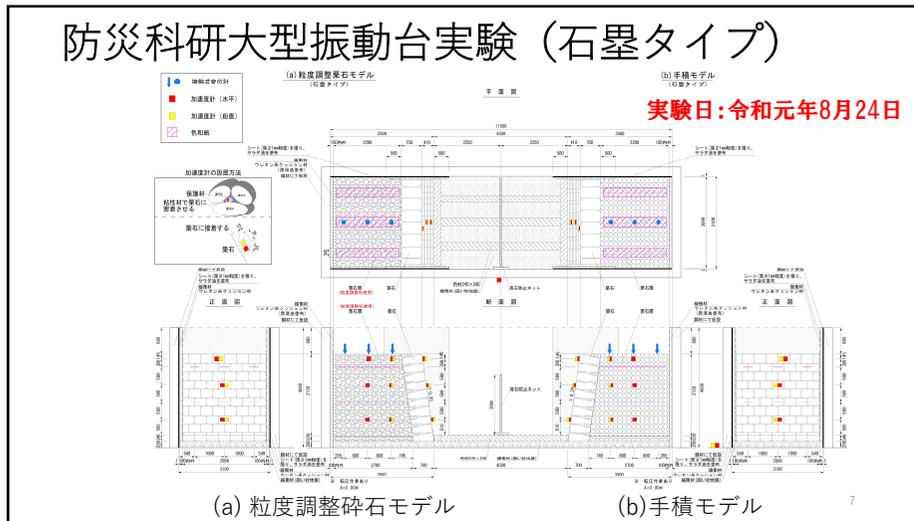
- 振動台の大きさは、20m×15mで、実験に用いる箱型で高さ4.0m、内径幅3.1m、奥行き長さ11.5mである。

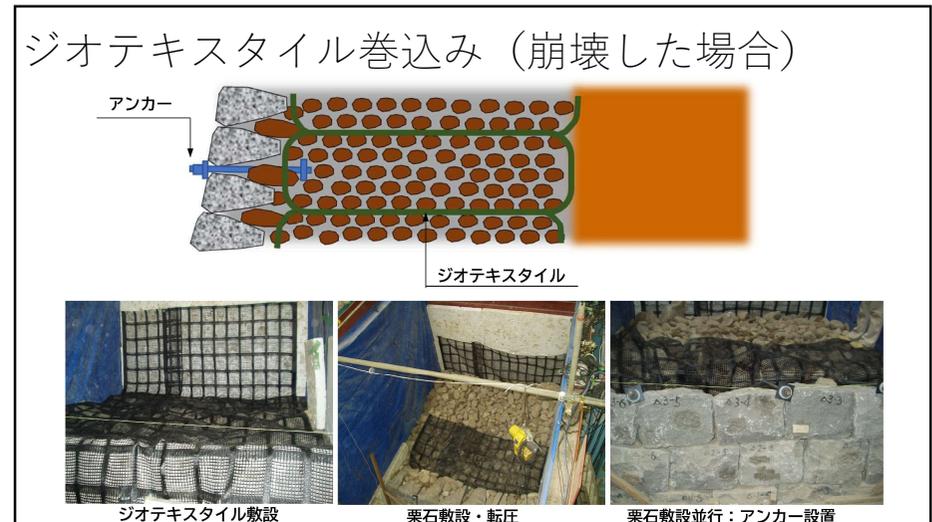
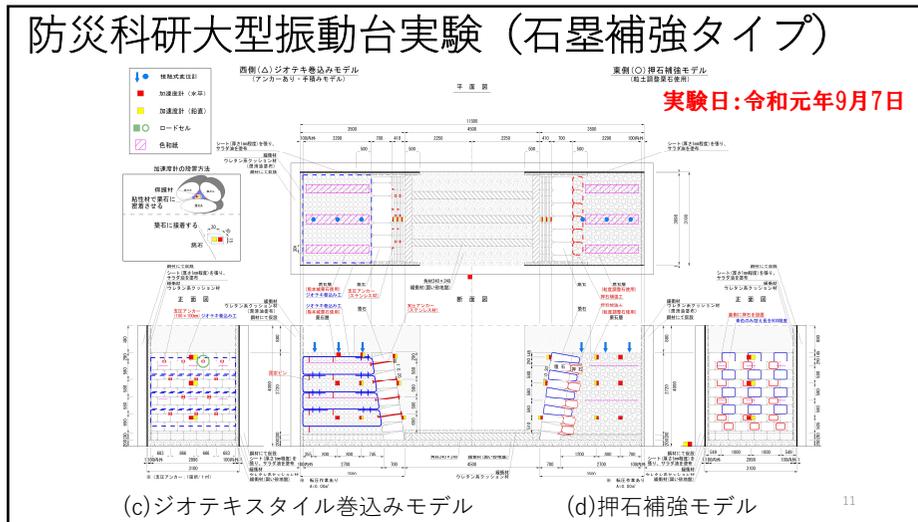
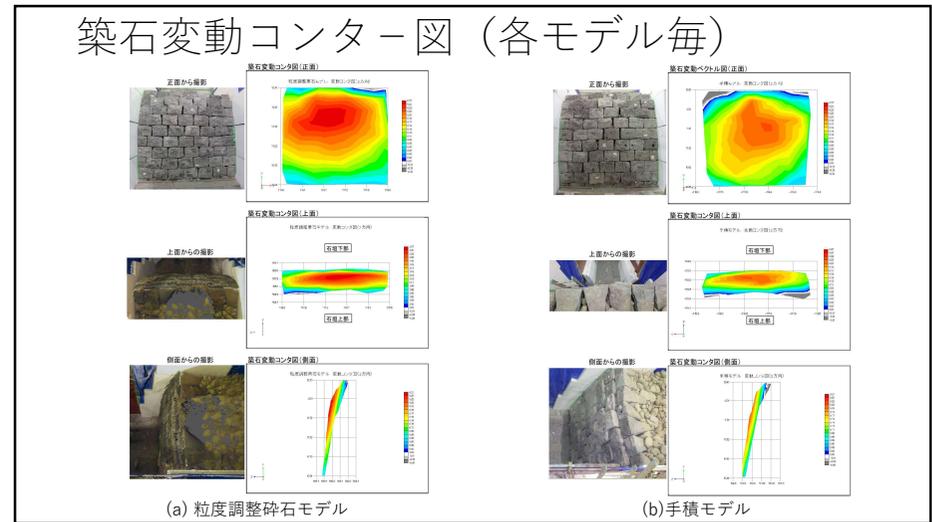
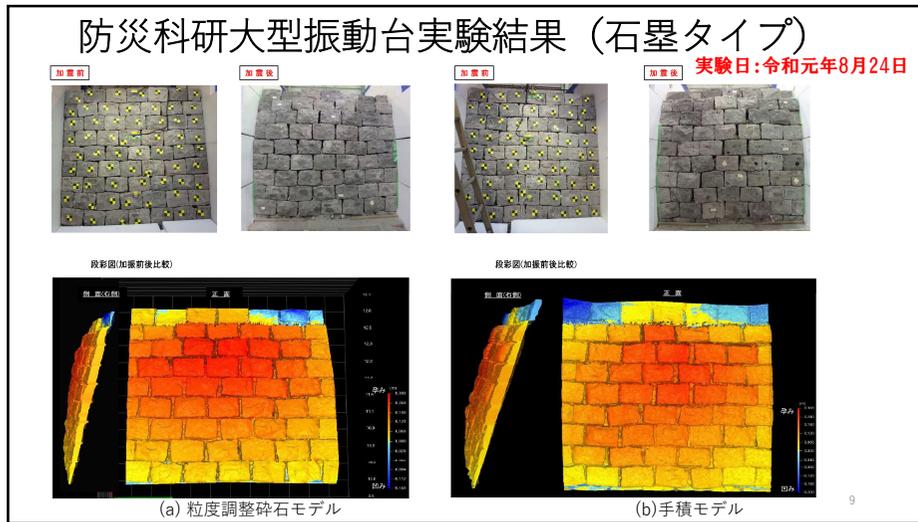


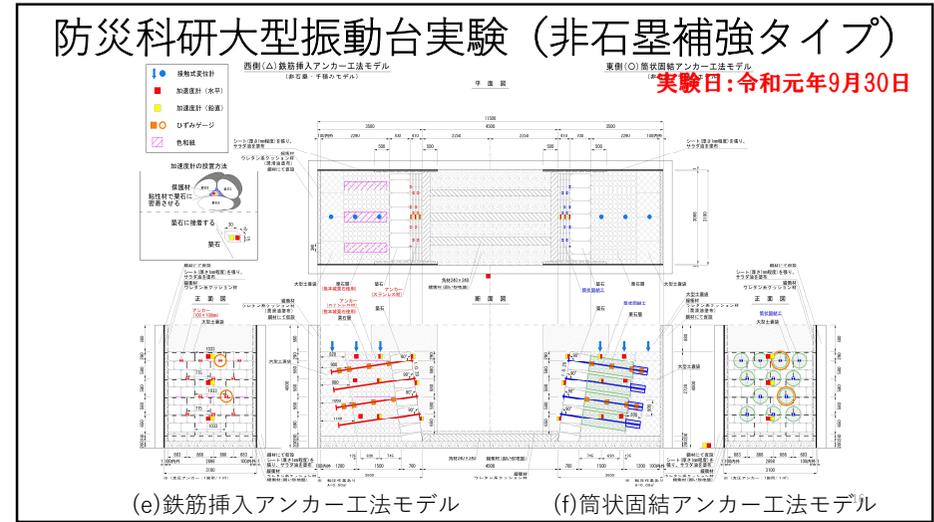
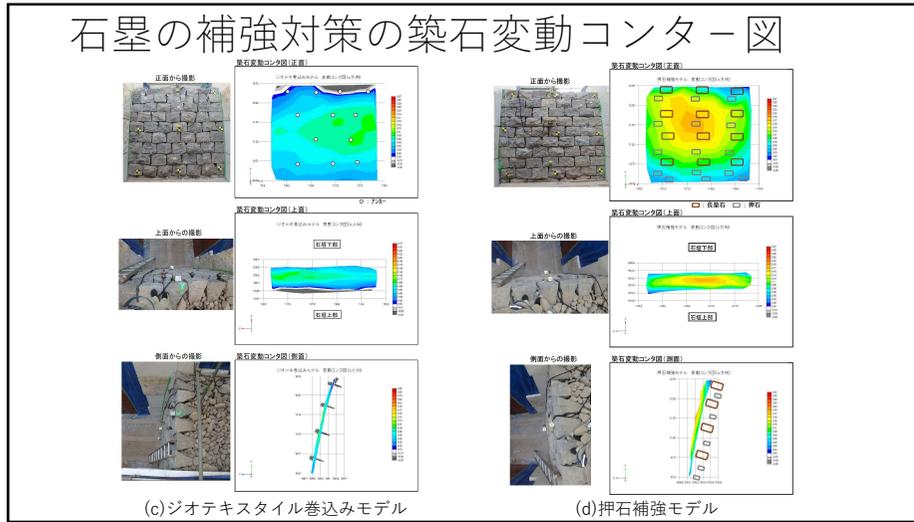
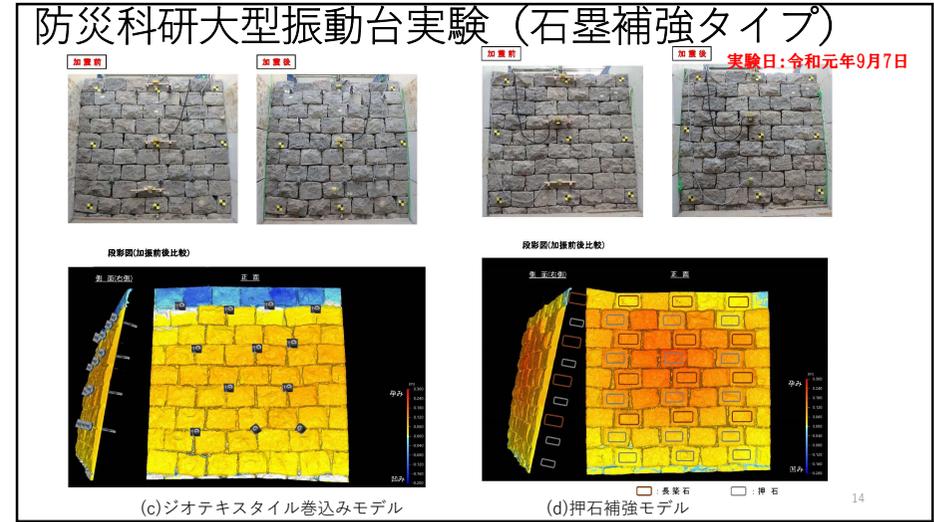
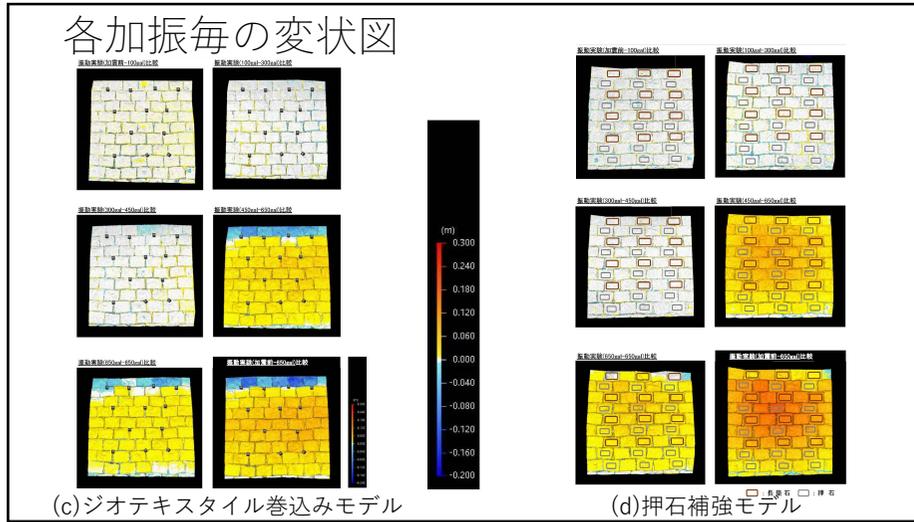


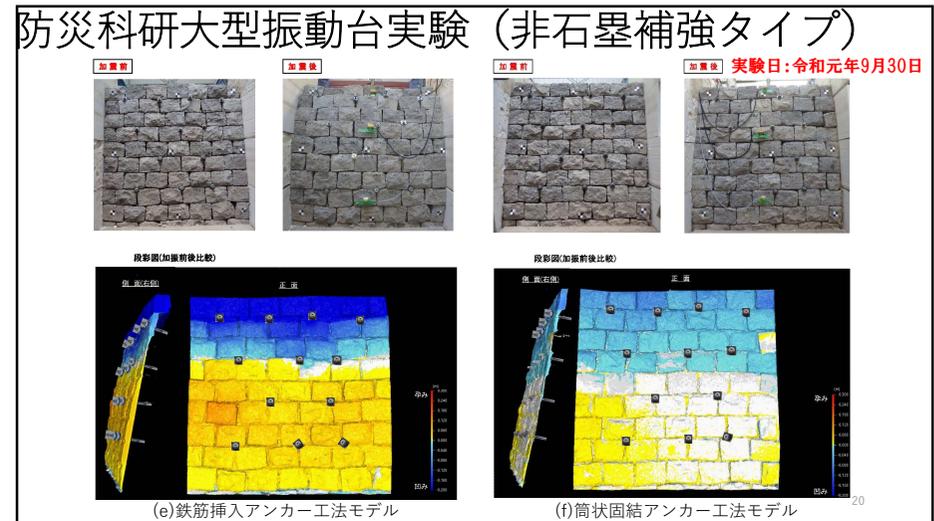
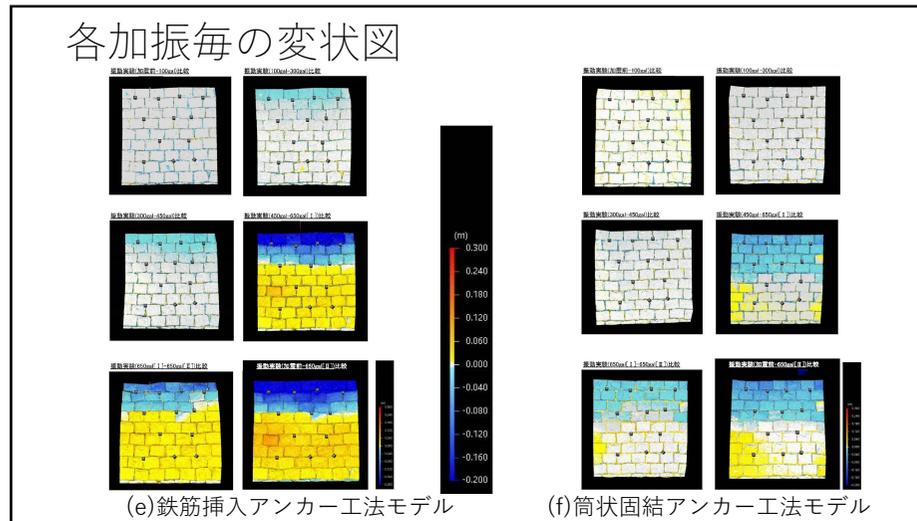
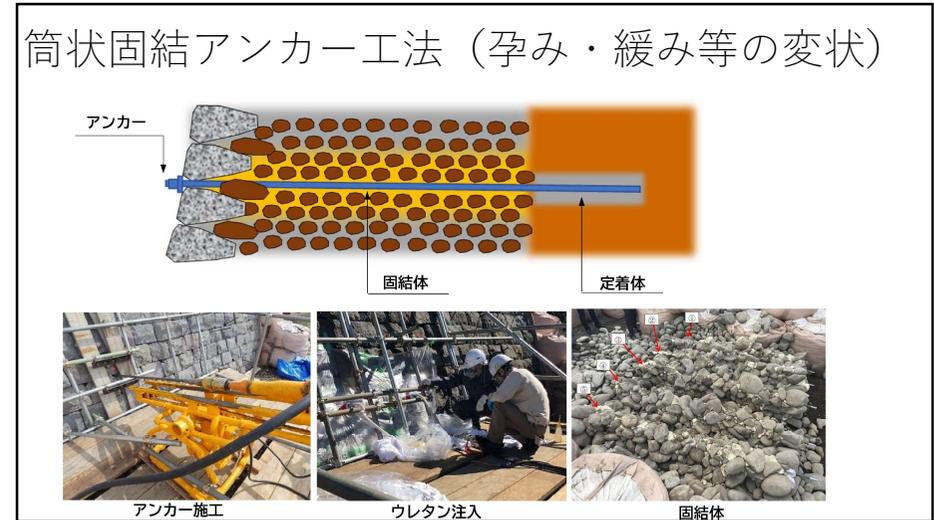
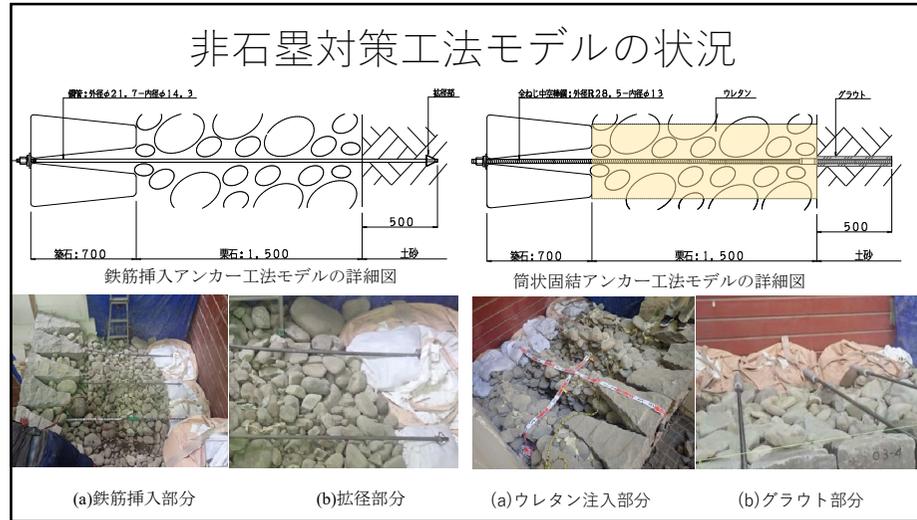
入力加速度

No.	加振波形	目標加速度 (gal)	最大加速度 (gal)	
			プラス側	マイナス側
1	正弦波 10Hz	50	34.6	35.2
2	正弦波 10Hz	100	112.8	109.4
3	正弦波 10Hz	200	205.0	209.2
4	正弦波 10Hz	300	295.8	312.9
5	正弦波 10Hz	450	438.8	473.0
6	正弦波 3Hz	650	675.0	634.6
7	正弦波 3Hz	650	649.7	636.8

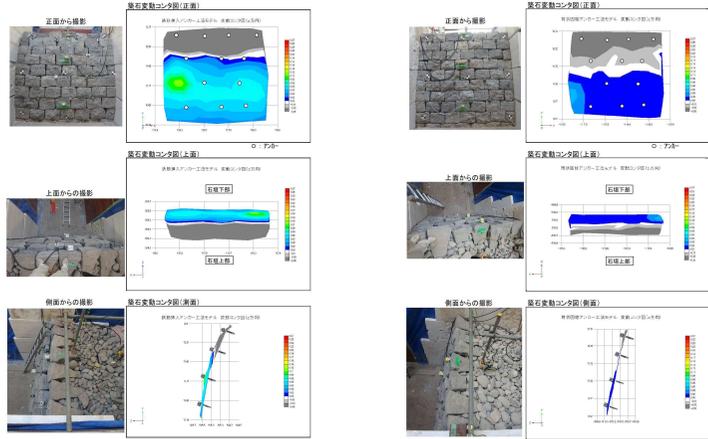




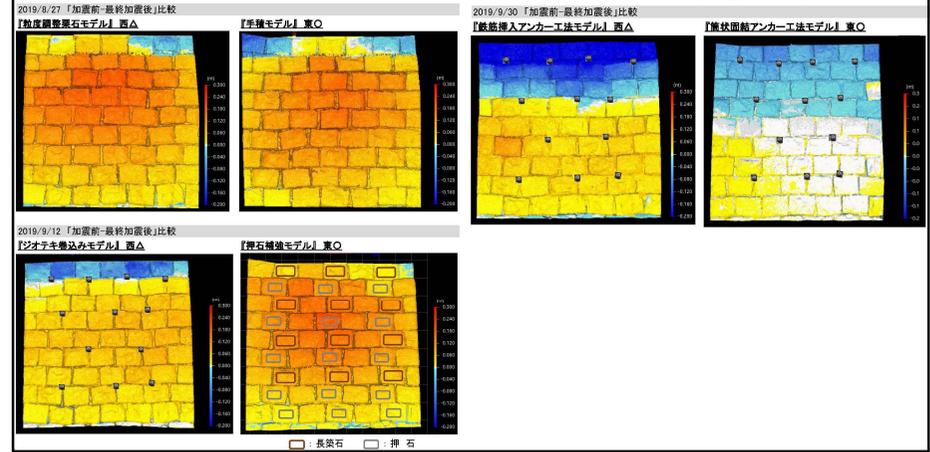




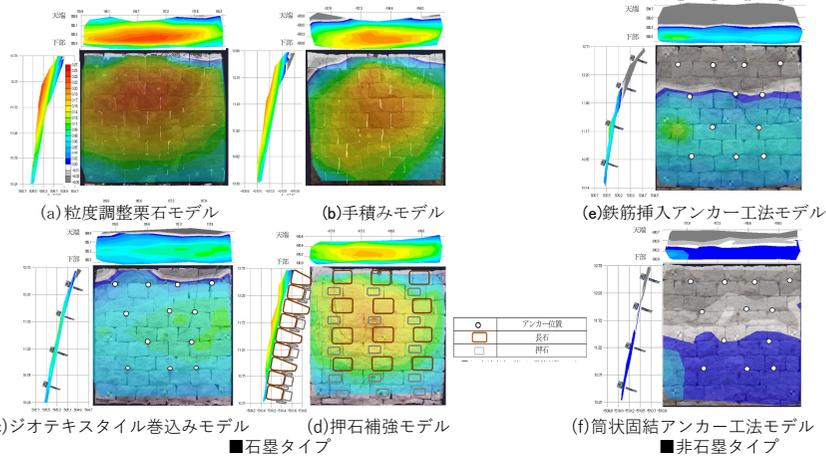
非石罫の補強対策の築石変動コンター図



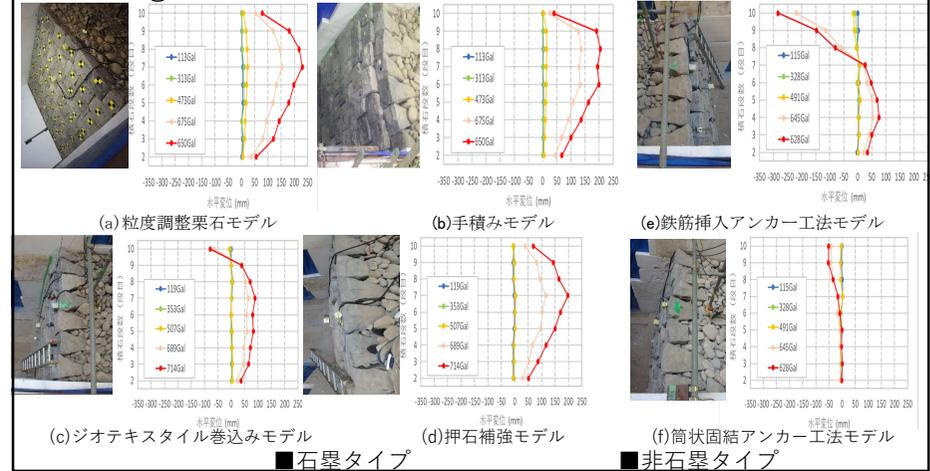
変状図(各モデル「加振前-最終加振後」比較)

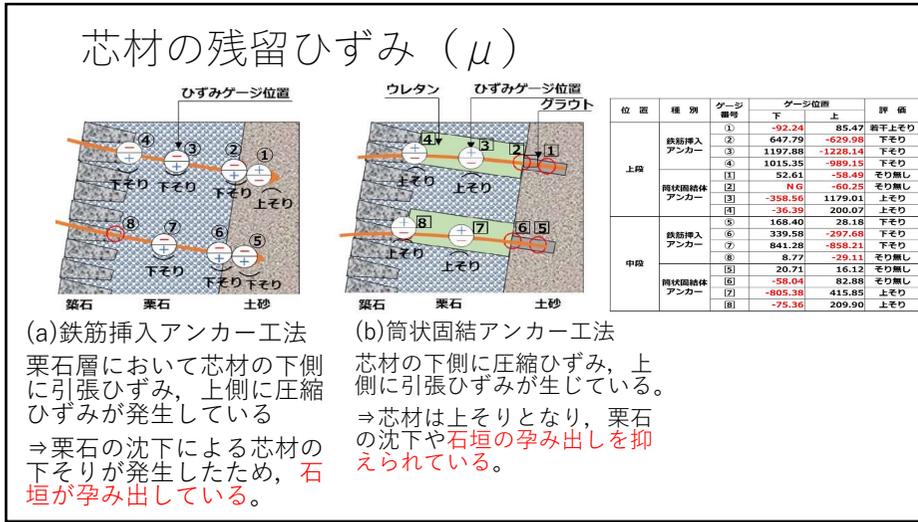


築石変動コンター図 (各モデル毎)



650gal (2回目) 加速度時の最終累積変位量





まとめ

(1)石塁の実験
最終変位量が粒度調整栗石≒手積み>押石補強>ジオテキスタイル巻込みの順になった。一方、ジオテキスタイル巻込みモデルは変位を抑制し、効果的であることが明らかとなった。

(2)非石塁の実験
鉄筋挿入アンカー工法が下部が孕み出したのに比べて、筒状固結アンカー工法の変状が非常に少なく効果的であることが明らかとなった。

(3)アンカーの効果
心材の残留ひずみ (μ) の状況から、筒状固結アンカー工法は芯材が上そりとなり、栗石の沈下や石垣の孕み出しを抑えられていることが明らかとなった。

