

モーションキャプチャシステムを用いたアーチ模型の振動実験

熊本高等専門学校 建築社会デザイン工学科 正会員 岩坪 要

東海旅客鉄道(株) 非会員 尾崎弘治

1. はじめに

熊本県には数多くの石橋が残存しているが、多くの石橋は地域の代表的な風景の一つとして地域住民から親しまれているため、今後も保存・活用していくことが望ましい。石橋の代表的な損傷としては、石ブロックの割れや剥落などがあり、これらは経年劣化に起因するものと推測されるが、この損傷が構造全体に与える影響や効果的な補修工法は明確にはなっていない。また、石橋のような石ブロックを組み合わせた構造物では、石ブロック個々の挙動と石橋全体の挙動との関連性は非常に複雑な関係があるものと考えられるため、実験計測では工夫が必要である。そこで、非接触で物理量を測定出来るモーションキャプチャに着目し加振実験を試みた。このシステムを用いることで、石ブロック個別の挙動と全体挙動との関係を調べる事が可能になる。本研究では、このシステムを用いた計測結果と従来の接触型の計測結果を比較することで、本システムの適用について検討を行った。

2. モーションキャプチャシステム「Venus3D」

2.1. 計測システムの構成

今回用いたのは「ノビテック社 Venus3D」システムである(図1)。計測手法としては、反射マーカを供試体に貼り付け、赤外線 LED カメラで対象物を撮影する。このときに画像処理により2値化処理を行いマーカ座標の空間座標を検出させ、このデータを解析ソフト上に転送して様々なデータ処理を行うシステムとなる。マーカ座標の検出には、3台以上のカメラを用いることで3次元座標を検出させることになる。従って計測データは変位が中心となり、この変位から解析ソフト上で様々な物理量を計算することになる。なお、振動台はサンエス社製の2軸振動台を用いた。

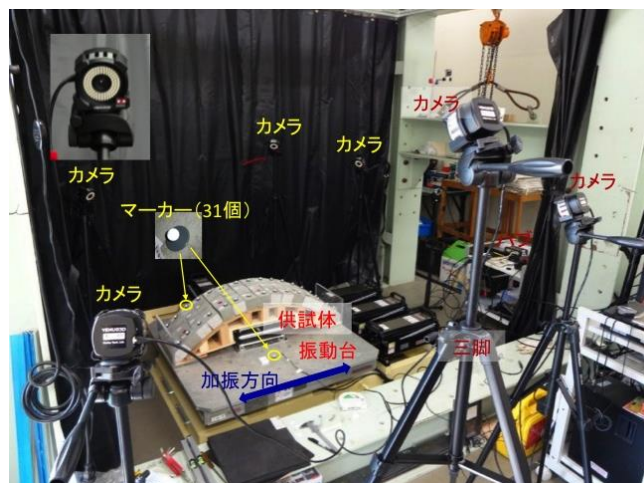


図1 セッティング図

2.2. 精度検証

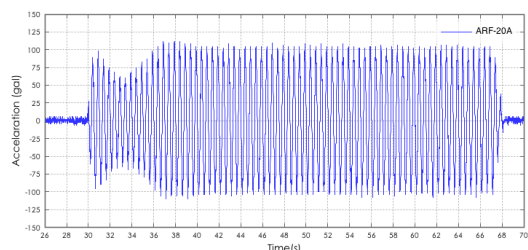
モーションキャプチャは人の関節の動きなど、ある程度大きな動きの検出が計測対象となるが、本



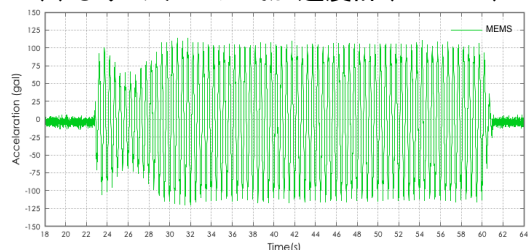
図2 加速度計

システムの特徴としてマーカの微小な動きを計測することが出来ることがある。そこで、振動台上に3種類の加速度計を並べて設置しそれぞれの計測データの比較を行った。図2に示すように、ひずみゲージ式の2G加速度計、MEMSセンサ、そして反射マーカを設置し加振した。

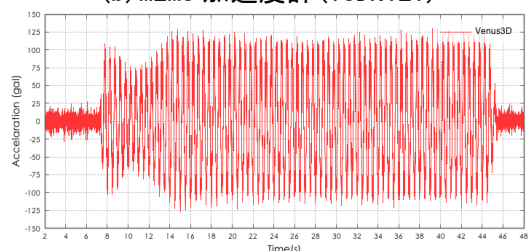
加振条件は、最大加速度100gal、周期2Hzの正弦波で加振した。図3に時刻歴グラフを示すが、3タイプとも加振初めから終わりまで、ほぼ同じ波形が取得できた。違いとしては、停止している時のぶれが最も大きく表れたのがVenus3Dの結果となった。これは、測定した変位を解析ソフト上で時間微分を行い加速度に変換するため、ノイズとして表れたためと考えられる。最もノイズが少なく安定性が確認できたのがひずみゲージ式の加速度計となった。



(a) ひずみゲージ式加速度計 (ARF-20A)



(b) MEMS 加速度計 (TSDN121)



(c) モーションキャプチャ (Venus3D)

図3 振動台の加速度計測

3. 供試体の挙動測定

3.1. 実験モデル

次に供試体の振動挙動を測定した。供試体は、図1に示すモルタル製のアーチ模型とした。図4に寸法の概略図を示し、図5にVenus3Dでのデータ処理の一部を示す。

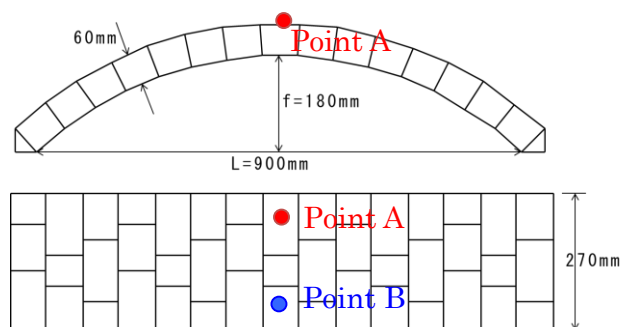


図4 実験模型の寸法

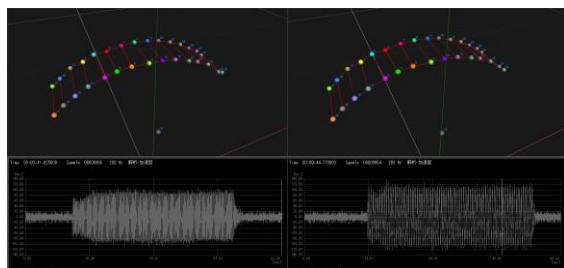
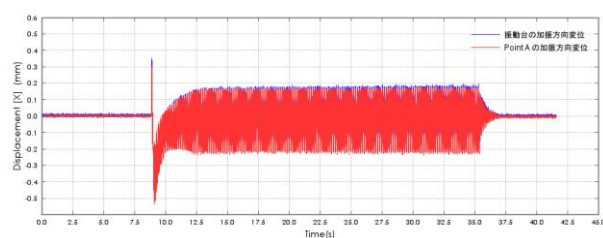
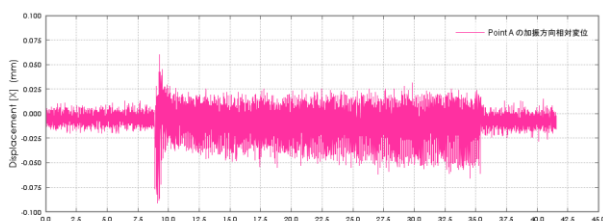


図5 Venus3D 上での解析結果



(a) A点と振動台の加振方向変位の時刻歴



(b) A点の相対変位の時刻歴

図6 A点の変位の時刻歴曲線

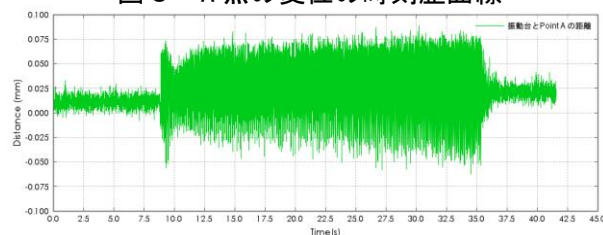


図7 A点と振動台との距離の時刻歴曲線

3.2. 計測結果

実験模型にマーカーを2列に30個、及び振動台に1個貼付し、橋軸方向に加振した結果を示す。図6(a)に加振方向の振動台の変位(青)とA点の変位(赤)を表すが、これは計測空間内での振動台とA点の動きとなる。これではA点の振動台に対する挙動が判断できないため、振動台に対するA点の変位(相対変位)を計算したものが図6(b)となる。この図より、時間とともにブロックが変動し、さらに最初の位置よりもずれていっていることが分かる。図7は振動台上のマーカーとA点との距離の変化を表すが、徐々に距離が広がっていることがわかる。以上のように、石橋のような離散体の測定では、全体挙動と要素個別の挙動が複雑に連携しているため評価が難しく、その検証には本手法が有効であると考えられる。

4. まとめ

計測技術の進化は凄まじく、様々な実験データの取得が可能となっている。今後も本システムを活用し様々な実験を行う予定である。