

3 ヒンジアーチカルバートの縦断方向の 耐震性能評価手法に関する研究（その 9）

澤村康生*・寺本俊太郎**

1. 研究の目的

2011 年 3 月に発生した東日本大震災において、旧型の 3 ヒンジアーチカルバートにおいて供用性を損なう大きな被災が発生した。本震災の被災調査から、頂部ヒンジや基礎コンクリートの損傷に加えて、坑口部の補強土壁においても大きな変状が発生したことが報告されている。つまり、3 ヒンジアーチカルバートの縦断方向の耐震性能を評価するためには、坑口部における補強土壁との相互作用を解明する必要がある。そこで本研究では、特に補強土壁の維持管理に資する健全度判定手法として写真測量に着目し、これまでの数ある同技術を元により管理者が扱いやすい平易な維持管理システムの提供を可能にする研究を実施する。

2. 研究の方法

本研究では、精密な観測手法としてデジタル写真測量技術を用いる。デジタル写真測量とは、市販のパソコンとデジタルカメラを用いて対象点の 3 次元座標を求める手法である。対象物の寸法・形状を低コストで簡便に計測できること、多数の計測点を同時にかつ迅速に計測できるという点に強みを有している。これらの特徴を活用し、①10 年間以上の長期に渡る補強土壁面の動態観測、②地震、集中豪雨等の災害発生後の壁面の変形性状の把握、③後述の段階施工が壁面の長期的変形挙動に与える影響の把握を目的とする。

本研究では図 1 に示す壁面を対象として写真測量を行った。本現場では、新規の道路を建設するにあたって補強土壁工法が適用されたが、その壁面が長大であるために、工期を分けて壁面を積み上げる工法である段階施工が用いられた。そのため、段階施工を用いた場所と用いていない場所の 2 地点で写真計測を行い、両者を比較観測する事で段階施工の影響を把握する。

本現場の概略図と撮影方向および反射ターゲットの概略図を図 2 に示す。補強土壁にとっては壁面のはらみ出し方向の変形が最も重要であるため、その方向の精度が高まるように壁面に対して横からの撮影を行った。撮影位置に関しては、事前のシミュレーション解析によって適切な位置と数を決定し、必要な撮影精度を満たす事を確認している。

計測期間は 10 年間以上と長期であるため、ターゲットには従来よりも耐久性の高い素材を用いた。開始 2 年間はおおよそ 3 ヶ月間隔、以降は 6 ヶ月間隔で継続的に計測を行う。加えて、2013 年 9 月に発生したような集中豪雨等の災害発生後には適宜計測を実施し、変形性状を確認する。

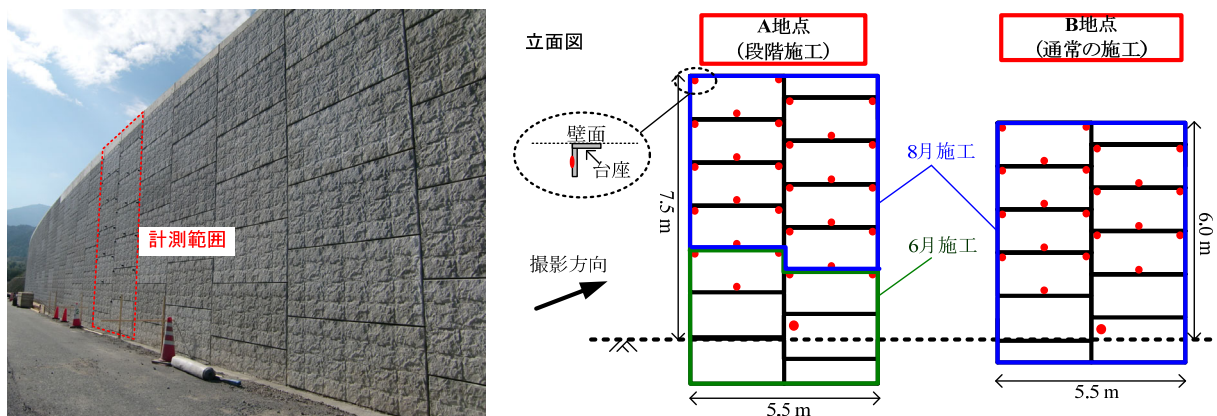


図 1 対象壁面 図 2 撮影方向および反射ターゲット配置図

3. 得られた成果

ここでは、本年度計測の1回を含めた計26回の計測結果を報告する。表1に各計測における内的精度（誤差の標準偏差 σ ）を示す。なお、X方向を壁面水平方向、Y方向を壁面鉛直方向、Z方向を壁面はらみだし方向と定義した。表1からわかるように、本計測では全ての計測において、意図した通りにはらみだし方向の精度が最もよくなっていることが確認される。ここで内的精度の3倍（ $=3\sigma$ ）を計測精度とすると、Z方向の最も悪い計測（B地点の0.37 mm）で1.11 mmとなり、管理基準の許容はらみ出し変位240 mmのオーダーを考えれば、高精度での計測が実施できたと言える。

つづいて、図3にA、B両地点の壁面のはらみ出し方向位置の変動を示す。本年度計測の26回目計測結果に加えて、各計測高さにおける最大、最小、平均値を示している。また、6本の計測Lineのうち、最も変位量の大きい計測Lineを代表として示した。

出来型の垂直度は1%未満程度であり、管理基準として用いられる3%を大きく下回った。本年度の計測は、これまでの計測結果から大きく外れる事はなく、壁面の健全性を確認できた。また、2013年9月に発生した集中豪雨の直後の計測結果（第11回計測）も同図に含まれており、集中豪雨による大きな変状はなかった事をこれまでに確認している。

はらみ出し変位の推移について、A地点では施工後1年目に-8 mmとなったがすぐに元の出来形へ戻り、以降13年間は0～8 mmの変位となった。対してB地点では0～6 mmと少し小さな変位となったが、B地点の壁高が約1 m低いことを踏まえると、現在のところ段階施工による大きな差違は無いと言える。A地点の変位は昨年まで微増していたが、今年度は出来形へ戻る傾向を示した。

以上のことから、本研究において写真測量技術を用いたプレキャスト構造物の変位計測を高精度で行う事ができた。また、今後継続的に計測を行う事で、長期間の壁面変形観測および突発的な災害発生時の変形状態、段階施工による影響の有無も確認できる。よって、デジタル写真測量技術を用いた補強土擁壁の健全度判定が可能であると言えるであろう。

表1 各方向の内的精度1 σ (mm)

	A 地点（段階施工）		B 地点（通常施工）
	予測解析	26 回の内的精度の範囲	26 回の内的精度の範囲
X（壁面水平方向）	0.63	0.37~0.86	0.45~1.26
Y（壁面鉛直方向）	0.38	0.25~0.44	0.25~0.60
Z（壁面はらみ出し方向）	0.19	0.16~0.30	0.18~0.37

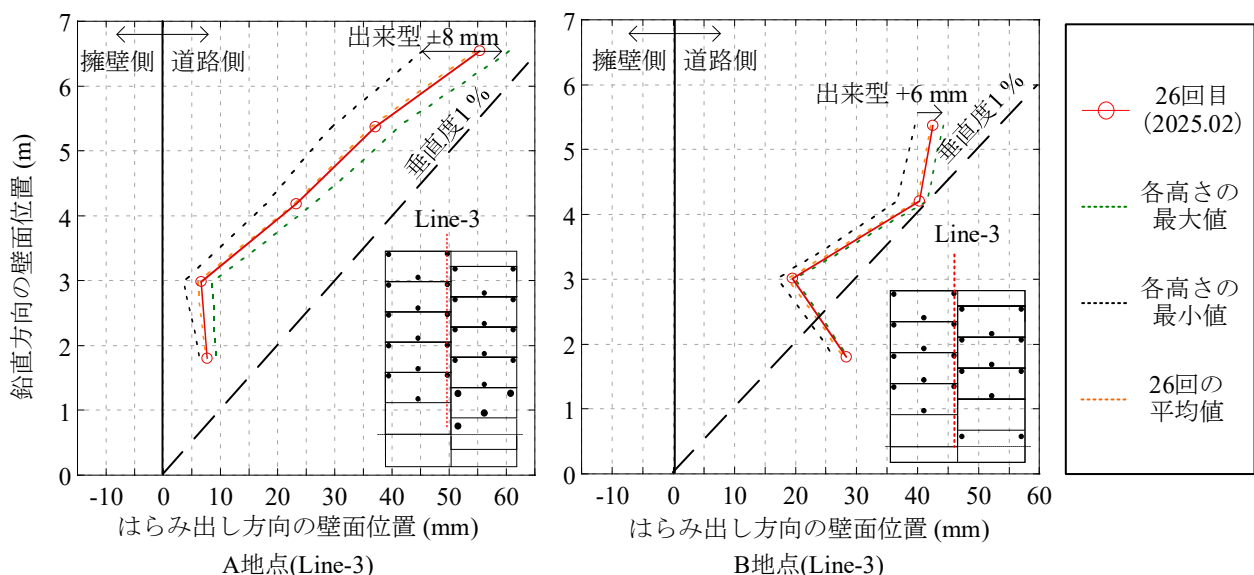


図3 各高さにおけるはらみ出し方向の壁面位置の分布

4. 謝 辞

本研究は、ヒロセ株式会社との共同研究として行われたものであり、関係各位に謝意を表す。