

復元設計に着目した 3D 計測の利活用に関する一考察

長崎大学工学部 学生会員 大山 智也

長崎大学大学院 学生会員 鈴木 航作・伊勢田 幹太 正会員 山口 浩平・松田 浩

1 序論

1.1 研究目的

我が国では、全国各地のインフラ構造物の老朽化が急速に進んでおり、インフラ構造物の戦略的な維持管理・更新が求められている。また、架設年が不明な橋梁が多数存在する¹⁾。

そこで、本研究では、既設橋梁において、3D 計測から得られる点群データを用いて復元設計における図面化や FEM 解析を行い、コストや労働力の削減を図ることを目的とする。

1.2 手計測と 3D 計測の比較

復元設計を行うにあたって設計図が存在しない場合、橋梁の写真や寸法の手計測により一般図を復元することが一般的である。手計測の問題点を以下に示す。

- ・計測に高所作業車が必要な場合がある。
- ・床版厚は間接的に求める必要がある。
- ・記録漏れが起こる可能性がある。

これに対し 3D 計測は、

- ・高所作業車が不必要である。
- ・床版厚が直接計測可能である。
- ・記録漏れの可能性がない。

といった利点があるため、3D 計測が手計測に代わる復元設計の手段として適切であると考えられる。

2 3D 計測システムの概要

3D 計測は、地理空間や大型構造物などの広範囲をスキャンし、3 次元座標として記録を行う非接触型計測システムである。3D 計測は複数回計測を行い、計測されたデータを結合し、1 つの点群データとして記録する。本研究で利用した 3D レーザスキャナを写真 1 に示す。

3 対象橋梁

対象橋梁は、写真 2 に示す熊本県内に架かる 6 径間 RCT 桁形式の橋側歩道橋である。昭和 9 年に架設され、鉄筋露出(写真 3(a))や遊離石灰(写真 3(b))といった著しい損傷が見られる。本計測は第 6 径間を対象とした。

4 計測した点群データの活用

4.1 寸法計測

手計測により復元した断面図の寸法と、3D 計測により取得された点群データをもとに作成した橋梁の断面図の寸法の比較を行った。寸法計測を行った部位を図 1 に示す。第 6 径間の点群データを図 2 に示す。また、点群データによる寸法計測は、図 3 に示す 9 カ所の断面の平均値とした。比較した結果を表 1 に示す。高欄高・張出部では 15%~20%程度、床版厚・地覆幅では 10%程度の差が生じているが、それ以外の部位については 6%以内の差に収まっており、3D 計測の有用性が示された。高欄高・張出部で差が大きくなった原因として、別の部位と比較して損傷が著しいことが挙げられる。



写真 1 3D レーザスキャナ



写真 2 対象橋梁



(a) 鉄筋露出



(b) 遊離石灰

写真 3 損傷状況

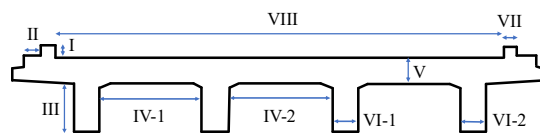


図 1 寸法計測を行った部位



図 2 点群データ

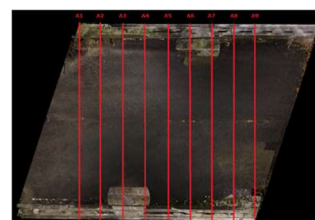


図 3 断面作成位置

4.2 FEM 解析

10 トントラックによる現場载荷試験の結果と、点群モデルから作成した FEM モデルに輪荷重を载荷し、解析した結果の比較を行った。10 トントラックの载荷位置と、変位計・ひずみゲージの設置箇所は図 4 に示すとおりである。ひずみゲージは、橋軸方向の露出した鉄筋に貼り付けた。作成した FEM モデルと载荷した輪荷重のイメージは図 5 に示すとおりである。FEM 解析は、コンクリート単体のモデルを使用した線形弾性解析である。現場载荷試験と FEM 解析の結果を図 6 に示す。鉛直方向変位、橋軸方向ひずみは共に現場载荷試験の結果と同等な値が FEM 解析によって得られていることが分かる。なお、FEM 解析には汎用プログラムである Marc/Mentat を使用した。

5 結論と今後の展望

これらの結果から、3D 計測によって復元設計を行う際の図面化のコストを削減し、さらに点群データから作成された FEM モデルを使用して FEM 解析を行い、弾性範囲において簡便に構造特性を把握できることが分かった。しかし今回行った FEM 解析は、コンクリート単体のモデルを使用した線形弾性解析であり、コンクリートのひび割れや圧縮応力場における非線形弾性挙動といった材料非線形性は考慮していない。また、鉄筋もモデルに含まれていない。そのため、今後は材料非線形性や鉄筋の影響を考慮し、残存耐荷力の評価を行う予定である。

表 1 一般図と 3D 計測寸法の比較

	I	II	III	IV-1	IV-2
	高欄高	張出部	ウェブ高	主桁間隔	
手計測	210	275	600	1600	1600
3D 計測	168	233	631	1598	1596
	-20.0%	-15.3%	5.2%	-0.1%	-0.2%
	V	VI-1	VI-2	VII	VIII
	床版厚	下フランジ幅		地覆幅	幅員
手計測	405	400	400	200	7000
3D 計測	442	410	398	179	7041
	9.1%	2.5%	-0.5%	-10.5%	0.6%

※寸法の単位 (mm)

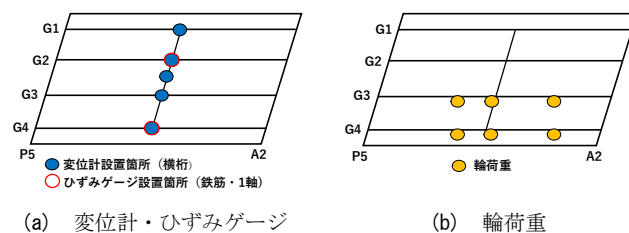


図 4 現場载荷試験状況

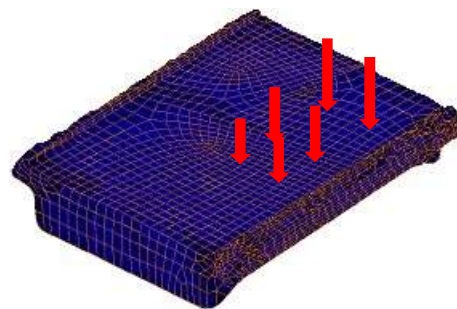
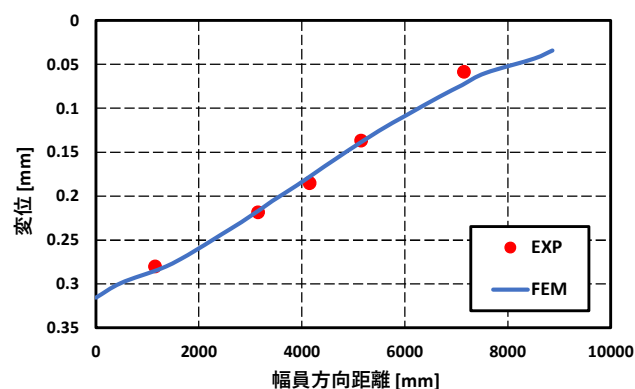
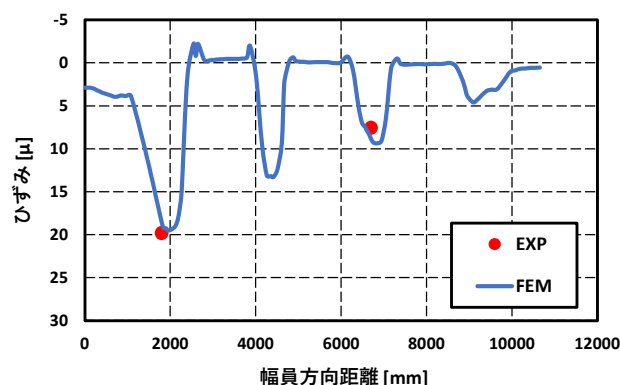


図 5 FEM モデル



(a) 鉛直方向変位



(b) 橋軸方向ひずみ

図 6 変位およびひずみの比較

参考文献

- 1) 道路メンテナンス年報,
http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/pdf/h30/R1_03maint.pdf