

レインボーブリッジにおける水中部の 3D 計測検討

首都高技術(株)
首都高速道路(株)
国士舘大学

正会員
非会員
正会員

○佐久間 正明
西端 智洋
津野 和宏

1. はじめに

首都高速道路をはじめとする道路構造物は、1960年代以降の高度経済成長期に建設されたものが多く、今後、高齢化した構造物の割合が増加していく。これに伴い道路構造物を適正に管理するため、道路構造物の点検が明確化され、5年以内の近接目視による点検が法制化されたことにより、道路構造物の維持管理業務の重要性が一層高まっている。一方、首都高速道路は、これまで河川や海中といった水中部の構造物について、十分な維持管理が実施できておらず、維持管理上課題のひとつになっている。そこで、レインボーブリッジ及びその周辺構造物について陸上部、水上部、及び水中部の3方向から3次元計測を行った。また、水中部については、2種類の音響探査装置(以下：ソナー)を比較することで、維持管理業務への適用性を検証した。

2. 計測機器

図-1 及び表-1 に使用した計測装置を示す。レインボーブリッジ及びその周辺の3次元点群データ(以下:点群データ)の取得は、陸上部、水上部及び水中部の3方向から行った。陸上部は、地上型3次元レーザスキャナと呼ばれる三脚固定式のスキャナを使用し、水上部は船舶に据え付けが可能なレーザスキャナを使用した。さらに水中部については、これまで橋梁構造物への適用事例がないことから、計測対象を線状に計測する「Sonic2024」と計測対象を面的に計測する「Echoscope」の2種類のソナーを使用した。

3. 計測範囲

計測範囲を図-2 に示す。陸上部の計測は、芝浦側及び有明側の2方向から行った。水上部の計測は、高架下及び橋脚、アンカレイジの周囲を回りこむように井形航行し計測を行った。また、水中部の計測は、橋脚及びアンカレイジの周囲を計測範囲とし、水上計測と同様に井形航行し計測を行った。なお、ソナーは、一般的には海底面を

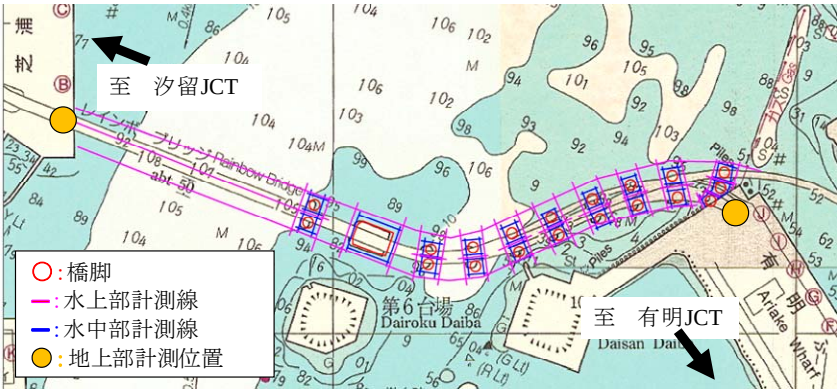
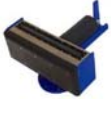
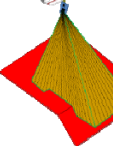


図-2 計測範囲

計測箇所	陸上部	水上部
機材名	GLS-2000	Pegasus : two
画像		
計測数	最大12万点/秒	最大100万点/秒

図-1 計測機器(地上部・水上部)

表-1 水中部計測機器比較表		
機器名 比較項目	Sonic2024	Echoscope
画像		
周波数	○ (400kHz)	○ (375kHz)
測定範囲	○ (10°～160°)	○ (50°×50°)
ビーム数	○ (256本)	◎ (128本×128本)
GNSS/IMU (機材名称)	◎ (POS/MV WM)	○ (F180)
重量	約15kg	約20kg
計測イメージ		

キーワード 3次元点群データ, レインボーブリッジ, 音響探査

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門三丁目10番11号 虎ノ門PFビル TEL03-3578-5766

捉えるよう下向きに設置するが、今回は橋梁構造物を捉えることが出来るよう横向きに設置した。

4. 計測結果

図-3にSonic2024とEchoscopeの点群計測及び解析結果の比較を示す。図より、Sonic2024データは全体的にズレが少なく海底面及び構造物の形状が把握できる状態であった。一方、Echoscopeは形状が辛うじて認識できるが、井形走行したそれぞれの点群データのズレが大きく、特に台-78, 79橋脚はズレが大きい結果となった。位置情報を取得するGNSSセンサーの性能による差が反映したものと推察される。高架下の計測においてEchoscopeの搭載しているGNSSセンサーでは位置情報の取得は難しく、位置情報を補完するため

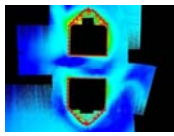
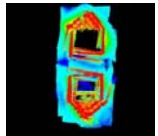
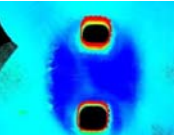
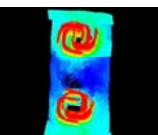
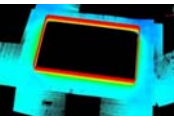
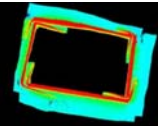
橋脚番号	橋脚状況	Sonic2024	Echoscope
橋脚①			
橋脚②			
アンカレイジ			

図-3 計測機器(地上部・水上部)

の基準点も水中部に設置することは困難なため、Echoscopeによる水中部の点群計測では精度の確保が課題として挙げられる。水中部の構造物の形状、及び海底面の形状を確認する場合、Sonic2024による確認が望ましい。

前述した理由から、Sonic2024で取得した点群データを使用し、橋脚周辺の状況確認を行った。図-4にSonic2024で取得したレインボーブリッジの橋脚付近の点群計測結果を示す。図より、点群データは標高段彩表示にしており、10.0m毎に色の表示を繰り返し表示している。橋脚・アンカレイジの海底部に着目すると、急激な色の変化はなく、洗堀による基礎部分の露出等は確認されず、橋脚部においても大きな変状は確認されず、健全であることを確認した。Sonic2024では、約100点/m²の点群密度があることから、20mm×20mm程度の断面欠損などの構造物の健全性に著しい影響を与える損傷の発見が期待できる。また、数年後に3次元点群データを取得し、今回取得した点群データと比較をすることによって経年変化している箇所を捉えることも可能である。

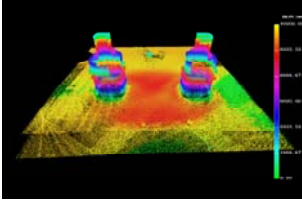
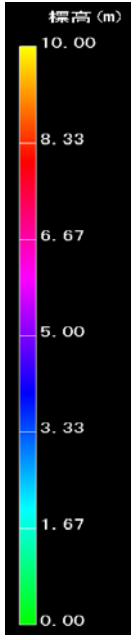
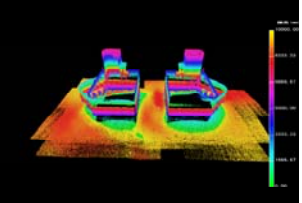
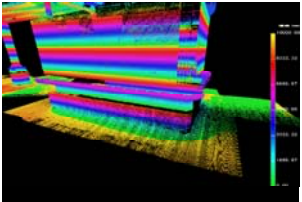
橋脚番号	橋脚状況	橋脚海底面状況	標高凡例(m)
橋脚①			
橋脚②			
アンカレイジ			

図-4 計測機器(地上部・水上部)

と、急激な色の変化はなく、洗堀による基礎部分の露出等は確認されず、橋脚部においても大きな変状は確認されず、健全であることを確認した。Sonic2024では、約100点/m²の点群密度があることから、20mm×20mm程度の断面欠損などの構造物の健全性に著しい影響を与える損傷の発見が期待できる。また、数年後に3次元点群データを取得し、今回取得した点群データと比較をすることによって経年変化している箇所を捉えることも可能である。

5. 終わりに

レインボーブリッジの陸上部、水上部及び水中部の3次元点群データを取得し、それぞれの点群データの合成を行った。また、取得した点群データから構造物の変状や海底面の洗堀について、大きな損傷や変状は確認されなかった。水中部の鋼構造物では、腐食を見込んだ設計がなされているが、供用数十年経過した構造物については、水中部の状態を定期的に確認することが必要であると考えられる。

これまで、長大橋梁について陸上部、水上部及び水中部から点群データを取得した事例はなく、貴重なデータとなった。今後、取得した点群データを基に維持管理への適用、活用方法についてさらに検討して行きたい。