

VI-49

光素子センサーを用いた変位計測システムの開発

名古屋大学大学院 学生員 天野 喜勝
 名古屋大学工学部 正会員 二羽淳一郎
 名古屋大学工学部 正会員 田辺 忠顕

1. はじめに

本研究は、大型コンクリート構造物に対して、レーザー光線と光素子センサーを用いた長期変位の計測システムを開発することを目的とした一連の研究の一環として行ったものである。コンクリート構造物の耐久性を評価するためには、供用中の構造物の挙動を把握することが不可欠であるが、本研究において開発されたシステムは、さまざまな改良により、長期変位計測の再現性が確保されている。以下に、その概要と測定結果例を示す。

2. システムの基本仕様

本計測システムは、非接触型の計測システムである。光素子センサーを有する受光器（分解能：0.05mm）をコンクリート構造物に取り付け、超精密セドライトに取り付けたレーザー発振器からレーザーを照射する。測定中は、レーザーの照射方向を一定に保つことにより、構造物の動きが受光器上のレーザースポットの動きとなって現れる。なお、同一箇所に取り付けられた2個の受光器に対して、それぞれレーザーを照射すると、各受光器あたり、受光器面内2方向の変位が得られるが、これを変換することにより、受光器取り付け位置での構造物の3次元変位を求めることもできる[1]。

少なくとも10年以上、変位を計測していくためには、その測定の再現性について十分に検討しておく必要がある。受光器ならびにレーザー発振部を有するセドライトは、長期にわたる測定期間中、測定時にのみ、現地に設置されるので、これを正確な位置に再設置することが求められる。

セドライトについては、コンクリート基礎（幅100×100×厚さ70cm）中に架台（φ30×h70cm）を埋込み、この上に設置することにより、再現性を高めることとした。

受光器は、構造物上にアンカーボルトにより固定された架台上にボルトで設置されるのであるが、この設置の際の再現性を高めるために、架台上に、ステンレス製のガイドフランジを取り付けた。このガイドフランジに沿って、受光器をセドライトさせて設置することにより、設置精度が格段に向上した。

表-1は、レーザーの照射方向を一定に保持したまま、受光器を一旦取り外し、さらに再設置した後の、受光器の出力結果である。再設置に要した時間は約30分である。外気温の変化からみて、この間の構造物の変位はわずかであると考えられるのであるが、受光器出力も0.1mm以下の変化に止まっており、受光器の再設置に伴う再現性の高さが確認できた。

表-1 受光器再設置前後の変位出力の変化					
測定 時間	受光器Aの変位 (mm)と標準偏差		受光器Bの変位 (mm)と標準偏差		備考
	x方向	y方向	x方向	y方向	
H6 12/13 13:00	0.3(0.0)	0.1(0.0)	-5.2(0.1)	3.1(0.1)	曇り。気温13.0℃。 受光器再設置前。
H6 12/13 13:30	0.4(0.1)	0.2(0.1)	-5.1(0.1)	3.2(0.1)	曇り。気温13.1℃。 受光器再設置後。

3. RC橋脚横梁部の変位測定結果

本システムを用いて、都市内高架橋のRC橋脚横梁先端部の変位測定を行った。測定状況を図-1に、また対象としたRC橋脚の概略図を図-2に示す。測定は、平成6年12月12日の午後2時から翌日の午後1時まで、1時間間隔で行った。表-2はセドライトの再設置精度を示す結果である。図-1のように、受光器、セドライト設置点以外に3ヶ所の不動点を隣接する橋脚に設けておき、1時間置きにレーザー発振部を含むセドライトを架台から取り外し、再設置した後、再度不動点観測を行った。表-2によれば、不動点3の天頂角を除き、偏差は全て5秒以内となっていた。不動点までの距離（15m程度）を考えると、視準用ターゲットの視準線の幅（約0.5mm）が約10秒の角変化に相当するので、セドライトの再設置の精度は十分であると考えられる。

表-2 セットライト再設置による不動点等視準角の変化

時刻	不動点1 (これに視準)		セットライトA 3回測定の実平均値		不動点2 3回測定の実平均値		不動点3 3回測定の実平均値	
	水平角	天頂角	水平角	天頂角	水平角	天頂角	水平角	天頂角
13:30	0.00.00	88.06.20	296.53.58	87.51.53	257.30.17	86.05.37	226.10.53	86.04.12
14:30	0.00.00	88.06.31	296.53.54	87.52.03	257.30.10	86.05.34	226.10.51	86.04.28
15:30	0.00.00	88.06.26	296.53.59	87.51.56	257.30.12	86.05.36	226.10.48	86.04.31
16:30	0.00.00	88.06.29	296.53.47	87.51.57	257.30.07	86.05.35	226.10.44	86.04.33
平均	0.00.00	88.06.27	296.53.55	87.51.57	257.30.12	86.06.36	226.10.49	86.04.26
標準偏差	0	5	5	4	4	1	4	10

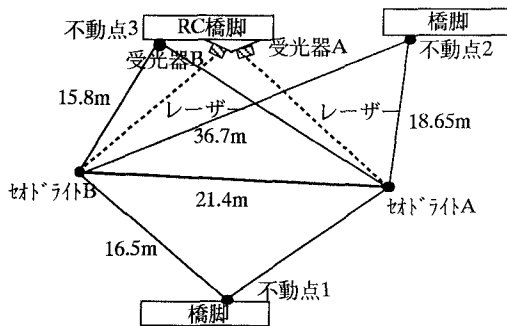


図-1 測定状況

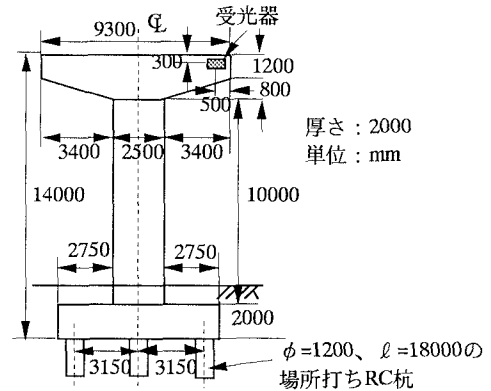


図-2 RC橋脚横梁と受光器

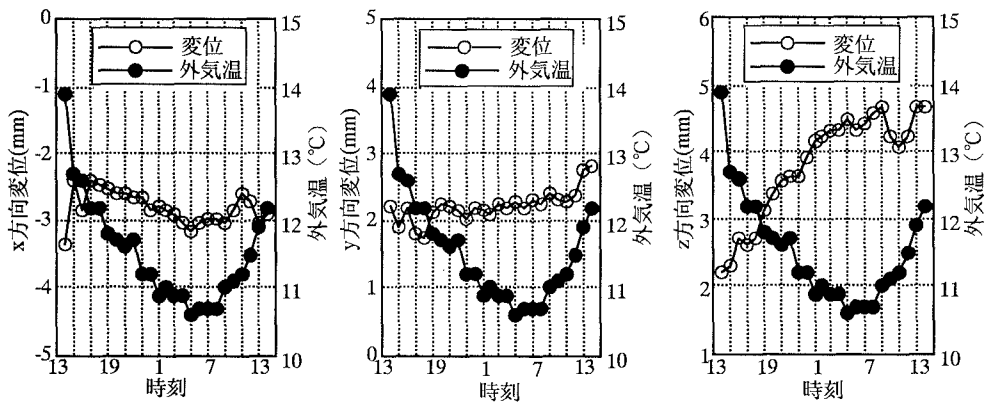


図-3 横梁先端部の変位状況

図-3は、実測された変位を変換して得られる横梁先端部の3次元変位である。測定当日の、外気温の変化はわずかであるものの、図-3より、横梁先端部の鉛直方向（z方向）変位が大きく、しかも先端部が、3次的に複雑な変位挙動を示していることが認められる。

4. おわりに

今回の測定は、長期変位計測の再現性を確認することに主眼が置かれ、実際の長期変位測定には至っていないが、今回の再現性の確認結果から、長期変位計測の見通しが得られたと言える。

【参考文献】

- 1) 光素子センサーを用いた大型土木構造物の管理システムに関する研究、昭和60年度科学研究費（試験1）研究成果報告書、昭和61年12月、研究代表者（吉田弥智）