

5. まとめ

本研究では、道路橋において供用の安全性に関わるような重大な異常等が発生した場合に、短い時間で道路管理者が異常を認識し、二次災害を防止すること、突発的な異常を早期に検知することを目的としている。

そこで本報告書では、国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告(平成 27 年 12 月)に基づき、常時監視システムを実際に設置、運用するにあたって対象とした変状や変位の種類を検知するための各機器の要求性能を提案し、実際に常時監視システムを運用するにあたり事前に現地で確認しておくべきキャリブレーション項目を取りまとめた。

概要は以下のとおりである。

(1) 常時監視の対象とする事象と変位量

近年の自然災害(地震)による道路橋の損傷事例から以下の事象と変位量を常時監視の対象とする。

- ・常時監視に対象とすべき事象は桁端部の段差等の変状(開き、横ずれ、段差)
- ・対象とすべき変位量は 50 mm

(2) 常時監視システムの要求性能

常時監視システムの開発にあたっては、経済性にも配慮し国土交通省が道路管理用に配備している既存のカメラと道路安全用の視線誘導灯(ターゲット)を用いることで新たなインフラ整備を行わず監視体制を構築することを前提としている(もともと使用されている視線誘導灯を用いるので、不要な視線誘導もしないように配慮した)。

①カメラの要求性能

画像処理により、橋梁の変位を抽出するためには画像上で 1px 以上の移動を確認できる必要がある。

カメラや監視の対象としたターゲットの設置位置やその関係は、橋梁ごとにことなることが予想されるため、以下の条件下においてカメラの設置高さやカメラとターゲットの離隔距離に応じて、50 mm以上の開き、横ずれ、段差を抽出するためのカメラの要求画素数を表-5.1.1に示す。

カメラの水平画角：44°

カメラの垂直画角：30°

ターゲットの設置間隔：1.00m

表-5.1.1 カメラの要求画素数

(カメラの水平画角:44°、カメラの垂直画角:30°、ターゲットの設置間隔:1.00mの場合)

離隔距離 (m)	設置高さ(m)							
	6(m)		8(m)		10(m)		15(m)	
	横	縦	横	縦	横	縦	横	縦
5	702	527	1039	779	1450	1087	2935	2201
10	779	584	951	713	1170	877	1888	1416
15	1253	940	1112	834	1257	943	1748	1311
20	2082	1562	1675	1256	1464	1098	1811	1358
25	3192	2394	2525	1894	2110	1582	1976	1482
30	4468	3351	3565	2674	2886	2164	2220	1665
40	7930	5948	5953	4464	4936	3702	3502	2627
50	12238	9178	9248	6936	7536	5652	5336	4002
60	17635	13227	13402	10052	10583	7937	7453	5590
80	31200	23400	23627	17720	18900	14175	12912	9684
100	48402	36302	37024	27768	29236	21927	20173	15129

②ターゲットの要求性能

画像処理により、精度よくターゲットを検出するために、ターゲットに要求される性能を以下に示す。

- ・カメラの回転等、設置条件の影響を最小限にするため、形状は正円であることが望ましい。
- ・CCDカメラの感度が最も高く、遠距離撮影でも色成分がより鮮明に確認しやすくなるため、ターゲットの発光部の色彩は赤が望ましい。
- ・画像処理によりターゲットを抽出するためには、ターゲットと背景の色が出来るだけ明確に区別できることが望ましい。
- ・夜間にもターゲットを撮影できるように自発光できるターゲットを使用するのが望ましい。
- ・ターゲットの大きさは、カメラの設置高さや離隔距離、カメラの画素数等の条件を踏まえ適宜検討するのが良く、例えばカメラの設置高さが10m、カメラとターゲットとの離隔距離が30mの場合には表-5.1.2に示すようなターゲットのサイズが要求される。

表-5.1.2 要求されるターゲットのサイズ

(カメラ設置高さが10m、離隔距離が30mの場合)

	道路管理用 カメラ	ハイビジョン ビデオカメラ	デジタル カメラ
画素数 (px)	640×480	1440×1080	4608×3456
路面に立てる場合 (m)	0.2~0.8	0.1~0.4	0.03~0.12
路面に書き込んだ場合 (m)	0.68~2.7	0.34~1.4	0.1~0.4

(3) 現地におけるキャリブレーション項目

橋梁の橋面は通行する車両や人などにより、監視ターゲットが遮蔽され確認できなくなる場合があること、また夜間には車両のヘッドライトの影響を受け、画面上でターゲットと背景の区別がつきにくくなることによりターゲットの監視精度が低下することなどが予測され、その影響度合いは時刻や車両や人の交通量などにより橋梁ごとに異なる。また、カメラやターゲットの設置可能な位置も橋梁ごとに異なる。

これらのことから、常時監視システムの運用に当たっては、監視の支障となる事象の影響度合いを事前に確認し、道路橋ごとに各条件下で必要となる監視精度を確保できるよう対策、工夫することが望ましい。

本研究では、これらの支障となると考えられるいくつかの事象に対して、現地で実施すべきキャリブレーション項目を挙げ、その影響を確認するための検証実験を実施した。

本研究で検証したキャリブレーション項目は以下のとおりである。

- 1) 変状量の検知精度（基本ケース：設計通りの検知ができるかの検証）
- 2) 影や遮蔽物による影響
- 3) ヘッドライトの直射・逆光の影響
- 4) 風の影響
- 5) 日照条件の変化による影響
- 6) ターゲットと同程度の発光物の影響
- 7) リサイズした場合の影響

本研究で検証しなかったが、例えば積雪地の雪の影響などもキャリブレーション項目として想定される。常時監視システムの運用にあたっては現地の状況を踏まえ、適切にキャリブレーション項目を設定し、その影響を把握するのが良いと考えられる。