

I-A257

高感度画像強調カメラを用いた コンクリート床版ひび割れの遠隔点検に関する研究

三菱重工業広島研究所*	正会員	柳沢 栄一
	正会員	村井 亮介
三菱重工工事技術本部**	フェロー	勝野 壽男
浜松ホトニクス***		越川 一成
菱明技研****	正会員	梶本 勝也

1. まえがき

橋梁数の増大と経年橋梁の割合の増加に伴い、維持管理の重要性は日に日に増してきている。維持管理作業の中ではコンクリート床版の点検ニーズが高いが、現状では①足場を架設して人の目で直接点検を行う、あるいは②地上から撮影した写真像を現像し、さらにその像を拡大投影した上でひび割れを検査しており、検査の費用や期間を増大させている。このため、足場不要でかつ現地で効率よく観察できる点検方法の開発が望まれている。本研究では、地上から足場不要でリアルタイムに観察できる点検方法として、微妙な濃淡差をも検知可能な高感度なカメラを利用したひび割れ点検法について検討した。

2. 検査方法

コンクリート床版は供用中にひび割れを生じることがあり、一般に幅 0.2mm 以上のひび割れを損傷としている。このひび割れは、遊離石灰の侵出により明瞭に判別できる場合を除き、幅が狭く濃淡変化が微妙なため遠隔からの視認性は悪い。そこで、高解像度でかつ画素間の信号段差のないアナログ撮像管を用いたカメラに着目し、これを用いたひび割れ点検技術を検討した。

アナログ撮像管を用いた高感度画像強調カメラとしては、浜松ホトニクス社製のアナログ微分カメラ（C2847）を用いた。本カメラのブロック図を図1に示す⁽¹⁾。撮像管から取り出された信号は、低雑音増幅器で増幅され、次に情報損失のないアナログ微分回路と輝度圧縮回路の2系統の回路で処理された信号が加算回路で合計される。その後、画像処理を行い、ほぼリアルタイムに出力するものである。本カメラの特徴は、微妙な濃淡差をもノイズに埋もれることなく高感度に画像化できることであり、ひび割れ検出への有効性が期待できる。

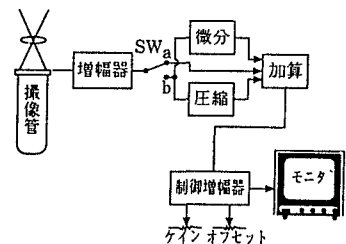


図1 アナログ微分カメラ
ブロック図

3. 検査実験

(1) 検査実験の方法

各種ひび割れ幅のコンクリート試験体を、図2に示すように、通常のフィルムカメラ及び高感度画像強調カメラを用いて約 3.5m 及び 10m の距離から撮影し、適正撮影条件を検討した。撮影方法は、画像取込み回数 1 回、8 回または 16 回を、画像処理方法としては、アナログ微分処理、2 値化、エッジ強調について検討した。

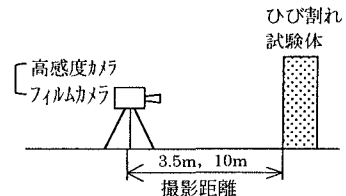


図2 実験状況

キーワード：橋梁、コンクリート、ひび割れ、カメラ、撮像管

* 〒733-8553	広島市西区観音新町4-6-2	TEL 082-294-9825	FAX082-294-8944
** 〒108-0014	東京都港区芝5-34-6	TEL 03-3451-4761	FAX03-3451-4692
*** 〒431-3103	浜松市常光町812	TEL 053-435-1560	FAX053-433-8031
**** 〒733-8553	広島市西区観音新町4-6-2	TEL 082-291-2129	FAX082-294-0895

(2) 検査実験結果

まず、約 3.5m の距離から、一面約 50cm 角の範囲を観察した結果を示す。ひび割れ試験体のひび割れ状況は図 3 に示すとおりで、幅 0.1～0.5mm 程度のひび割れを有するものである。通常のフィルムカメラで撮影したひび割れ像を図 4 に示す。

床版点検で損傷の目安とされる幅 0.2mm 程度のひび割れの視認性は必ずしも明瞭ではない。

一方、高感度画像強調カメラで図 4 と同程度の観察範囲を撮影し、画像取込み回数 1 回の撮影で画像処理条件を変えてひび割れ視認性を検討した結果をまとめて表 1 に示す。高感度カメラの画像にエッジ強調処理を行った場合には、図 5 に示すとおり幅 0.2mm 以上のひび割れを明瞭に検出できた。また、フィルムカメラでは検出できないコンクリート表面の傷まで撮影できており、高感度カメラとエッジ強調処理を併用することで、従来のカメラより大幅にひび割れ検出能力が高くなることが検証できた。

また、実際の橋梁の床版点検で想定される、約 10m の遠隔からの撮影を行った結果、高感度カメラを用いて望遠レンズで 1 画面が約 50cm 角のサイズとなるように拡大すれば、上述の 3.5m の距離から撮影した場合と同様に、視認性の良好な画像が得られた。

以上の結果より、高感度カメラの適用はひび割れ視認性向上に効果的であり、特に画像処理と併用することで視認性は大きく向上できることがわかる。また、2 値化処理ではマニュアルでの条件設定が必要であったが、エッジ強調処理はオートマチックに行えることから、実用的には高感度カメラとエッジ強調の組み合わせが最も効果的である。なお、画像取込み回数を 8 回、16 回と変えて試験を行ったが、画像取込み回数が 1 回の場合と視認性に大きな変化は見られなかった。実橋で試験的に観察した例についても、当日紹介する。

4. まとめ

RC 床版に対する足場不要の遠隔ひび割れ点検法として、高感度画像強調カメラによるひび割れ検出法を検討した。その結果、エッジ強調処理を併用することにより、従来のフィルムカメラでは不可能であった、約 10m の遠隔から幅 0.2mm 程度以上のひび割れをリアルタイムに検出できることが分かった。本手法は足場架設不要な床版の低コスト点検法として期待でき、今後は実橋での適用試験を行い実用化を進めたい。

表 1 各種撮影条件での幅 0.2mm のひび割れの視認性

距離	通常 カメラ	高感度カメラ			
		原画像	微分	2 値化	エッジ強調
3.5m	×	△	△	○	◎
10m	×	△	△	○	◎

◎：視認良好 ○：視認可能 △：一部視認可能

×：視認不可能

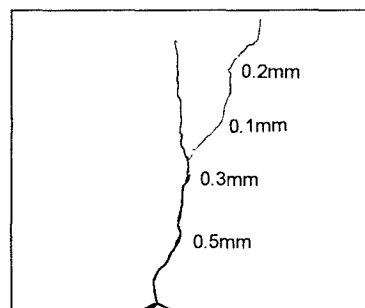


図 3 ひび割れ試験体イメージ図

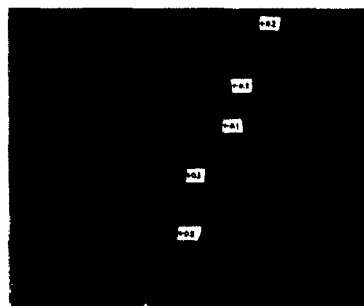


図 4 フィルムカメラ画像



図 5 高感度画像強調カメラ画像