

走行車輛からのハイビジョンカメラを用いたコンクリートひびわれ調査

(株)ニコン技術工房 正員 小出 博^{*1}
 ソニーマーケティング(株) 岡田 東彦^{*2}
 ○(株)フジエンジニアリング 正員 仲田 慶正^{*3}

1.はじめに 近年、トンネルコンクリートの剥落事故を始めとしてコンクリートの劣化損傷調査が注目を浴びている。打音検査手法に変わり超音波やレーザー光線を用いた手法の検討が進められているが、広大な点検面積を精度良く、経済的に検査する手法は未だ得られていないのが実情である。そこで、構造物点検の基本となる目視点検をより精度良く実施することを目的とし、ハイビジョンカメラ撮影手法による点検手法の妥当性を検討した。

2.測定システム 今回調査対象としたのは道路トンネル内、覆工コンクリート表面のひびわれ状況である。従来、点検員が目視で点検を実施していたが、排気ガスや照明の度合いによる点検環境が十分でなく、数キロに及ぶトンネルもあり、高架構造物の点検に比べてその労力は幾倍にも必要である。加えて、車線規制等の点検環境が十分に確保できない今日、維持管理の重要性が見直されている状況とは逆の状況になりつつあるのが現状である。そこで短時間で現地調査が可能となる、走行車輛からのビデオカメラによる撮影画像を用いた点検が考えられ、市販のビデオカメラを用いて検討されている。

しかしながら、画像撮影はカメラが静止していることが基本であり、かつ、コンクリート表面のひびわれは 0.1mm から数ミリまで存在し、一般にこのような微細なひびわれを撮影し認識することは困難である。そこで数年来開発されてきた、High Definition Video System(HDSV:以下ハイビジョン)の鮮明な画像からの点検を検討した。現在の撮影メディアでデジタル画像を長時間記録するシステムはハイビジョンしかない。ハイビジョンは、撮影画素数約 200 万画素で毎秒約 30 コマの画像を記録するシステムで、撮影した画像から静止画を作成し、この画像をパソコン画面で観察しながら、点検(目視調査)を行う手法である。ひびわれは画面上で別のレイヤーに作図し、別途ベクトルデータとしてパターン分析などのデータとなる。撮影の基本を無視した形で、走行車輛の荷台に撮影システムを設置し、あるトンネルの撮影を実施した。写真 1 は撮影に用いた車両上のシステムである。ハイビジョンカメラは DHC-H10(SONY:1920×1035pix)を用い DA 変換後ビデオレコーダーに記録した。動画像からモニター画面を確認しながら静止画像を AD 変換後作成し、その後画像診断支援ソフト(Nikon:GS-1)で点検画像の作成およびひびわれ図の作成を行った。

移動体からの画像撮影では、まず被写体の認識精度が重要である。コンクリートのひびわれは 0.2mm 以上を点検対象としていることが多いが、トンネル構造物である事から今回は 0.5mm 程度以上のひびわれ確認を目標とした。

一方、撮影システムとしての問題点は、カメラの移動速度、シャッター速度、被写体の大きさと照度、カメラの解像度、再生時の解像度が問題となる。

一般にトンネル覆工コンクリート面は、2 車線トンネルの場合で車輛荷台位置から 5m 程度となる。レンズの収差による画像ひずみを可能な限り少なくすること、画面数を少なくして編集を簡便にすること等を考慮し、一画面の大きさの目標値を 5m 角程度とした。カメラの移動速度は画像採取間隔が 1/30 秒であり、計算上毎秒 150m(540km/h)以下となる。画像の精度は移動速度よりもカメラのシャッター速度が問題となり、0.5mm のひびわれを検知するには車輛の走行速度を 20km/h (5.5m/s)とした場合には 1/11000s のシャッター速度が必要となり、カメラの絞値を考慮すると、照明設備は膨大な電力を必要とする。こうした検討を加えると、移動車輛からのコンクリートひびわれを撮影することは不可能となる。しかし、デジタルカメラの撮影画像では極めて細いひびわれが撮影されている。このことは 5m の幅を 1430 本の走査線で表現している 1 本は約 3.5mm 幅のコンクリート表面を現していることになる。すなわち 143mm 幅を全画面に撮影すれば 0.1mm の画素を示すことが可能となる。一般の NTSC ビデオ画像では容易に表現されないが、ハイビジョンカメラの画像はひびわれによる濃度変化を明瞭に



写真 1 撮影システム

キーワード：HDVS (ハイビジョンシステム)、トンネル、ひびわれ、画像処理

連絡先*1 〒212-0024 横浜市栄区長尾台 471

TEL045-853-8535 FAX045-853-8539

*2 〒108-0074 東京都港区高輪 4-10-18

TEL03-5792-2341 FAX03-5792-2853

*3 〒532-0002 大阪市淀川区東三国 5-5-28

TEL06-6350-6132 FAX06-6350-6140

示すことができる。一つの画素内にひびわれがあると、その画素の輝度は、ひびわれが無い画素に比べて輝度が低下する。この現象が画面上に微細ひびわれを現すことになる。したがって、撮影画像の濃淡をより鮮明に示すためにデータの微分処理(ひび割れの特徴化処理)や他の技術的な処理を施したデータを作成する。このようにして作成したデータをパソコン画面で観察し点検資料とした。

3.撮影結果 図 1-1, 1-2 はトンネル壁側面にひびわれ幅をチョーキングしたもの、約 20km/h の移動速度で撮影したものである。0.1mm 幅のひびわれも確認でき、概ねひびわれの存在を確認するには十分なデータである。今後はひびわれ幅と画像濃度との研究を進めることで、おおまかなひびわれ幅の分類をすることが可能と考えられる。

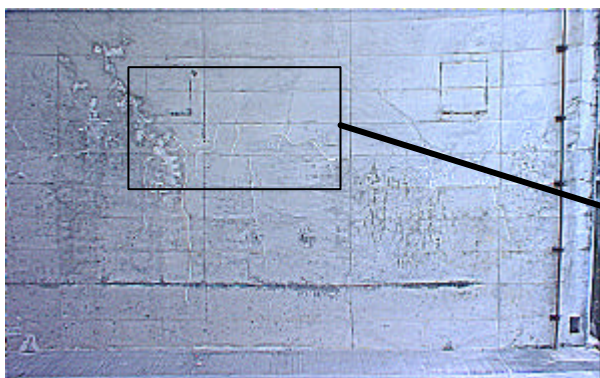


図 1-1 ハイビジョンによるトンネル壁側面



図 1-2 左図拡大

図 2 はトンネルクラウン部を、約 20km/h の移動速度で撮影したものである。図 1 とは異なり太陽光の影響はなく、撮影ライトと設置されているナトリウム灯の照明であるが、撮影ライトが十分な照度 (3.5lx) を発揮していないのが実情である。これは 5m 角の面積を照明するには設備が不足していたためである。しかし、カメラの感度が非常に高いことから目視時より鮮明な画像が得られている。ひびわれに沿った赤印の線は画像と異なったレイヤーに描かれたひびわれ図である。この図を作成するにあたっては、画像からコンクリートの型枠線や打ち継ぎ、漏水、剥離個所などを画面から判断して作成する。したがって、ひびわれや漏水などの損傷に繋がるものを示す図となる。今後はこのひびわれ図から損傷箇所を選定し詳細点検の資料とする。

こうして得られるひびわれ図は、以後の点検に際して比較データとなり、最新データと重ね合わせることで、点検の正確な情報が得られる。

この手法はレーザー等を用いた計測手法に比べ、ひびわれ幅の小さいものなどを検知できないこと等、多くの問題点を残しているが、現在、点検員が劣悪環境下で作成している点検図を簡易に、人為誤差を少なくし、より正確に作成することが可能である。また、システム化を進めることで、経済性に富んでいる手法であることも着目すべき点であり、実現性の高い手法である。

4.おわりに 今後は画像処理の技術と速度が飛躍的に進歩すれば、微細ひびわれを検知する詳細画像によって技術的な議論が可能である。

フィルム写真画像でコンクリート構造物の点検が始められて約 20 年が過ぎようとしている。この間デジタルカメラの発達で銀膜のフィルムに比べようやく 30% 程度の解像度が得られるようになった。また、ハイビジョンカメラの開発で動画がコンピュータの介在を可能にし、静止画像で用いられてきた技術を用いることが可能となった。

今後も益々の技術発展が予測できるが、ようやく維持管理の重要さが叫ばれた現在、今回提案したシステムを用いることで、現況よりもより安全な維持管理が安価で実施可能である。また、技術の進歩があっても次世代に残せるデータであることも大切なことである。今後はひびわれ図から抽出した個所の詳細調査の結果を重ね合わせ、安全の検討を加えることも近々に可能である。

現在は詳細なデータによる点検を性急に望む声が多いが、経済的にも技術的にも未だ答えることが出来ないでいる。機器を用いた点検の第一歩として「ひびわれの位置、長さ、形状」を把握するための、移動車輛からのハイビジョンカメラによる撮影を提案した。現状得られたデータで、損傷を受けたコンクリートのひびわれ状況を把握することが可能であり、ひびわれ幅相対的な評価を行えば、安全確認の資料として十分に活用出来るものである。計画と実施にあたって小林民雄氏(ABC プロ：撮影)や多くの技術者にご指導いただき、感謝の意を表します。

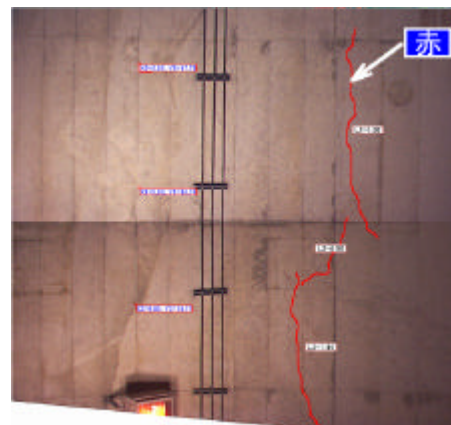


図 2 クラウン部