

### 長大鉄道構造物検査に有効なパノラマ画像処理技術

(公財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○鶴飼 正人  
西日本旅客鉄道(株) 正会員 御崎 哲一

#### 1. はじめに

高架橋などの鉄道構造物の一般的な検査では、目視による日常の点検が実施されているものの、対象となる構造物の量は非常に膨大で、かつ設置延長が長いことから、効率的で高精度な検査手法が望まれている。そこで、保守用車などにハイビジョンカメラと照明装置を搭載し、高架橋高欄内側を走りながら連続撮影し、記録した動画像から、画像の張り合わせ（イメージステッチング）手法により、線路延長方向につなぎ合わせた高精細のパノラマ画像を作成する技術を開発した。さらに、キロ程銘板や電架柱をパターンマッチングにより自動抽出し、これを基準に線路延長方向の距離の正規化を行う距離補正アルゴリズムを開発した。

#### 2. 高欄の連続撮影

高欄撮影のイメージを図1に示す。ハイビジョンの長手方向が鉛直方向になるよう取り付ける。視野を縦長にする理由は、高欄全体をできるだけ高い解像度で撮影するためと、走査線に対して直角方向に対象物が移動するようにした方が撮影時のブレの影響が小さいためである。走行速度 45km/h 程度、画像解像度は約 1.5mm/画素という条件より、図2及び表1に示すような仕様の撮影装置を設計した。カメラのシャッタースピードは 1/10000 秒、フレームレートは 60fps なので、速度 45km/h の時、1 フレーム時間で 208mm 移動する。進行方向の視野幅は 1.2m 程度なので、この時のオーバーラップ O は 80 数%となり、隣接フレームから画像の移動量を算出するには十分な重なりとなっている。

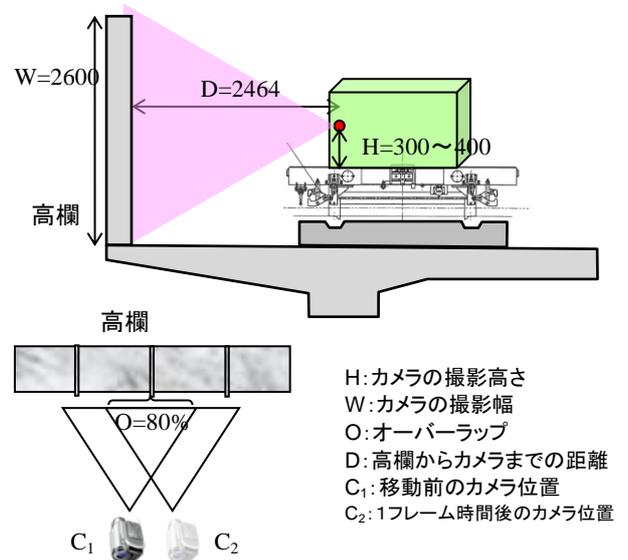


図2 撮影パラメータの設計

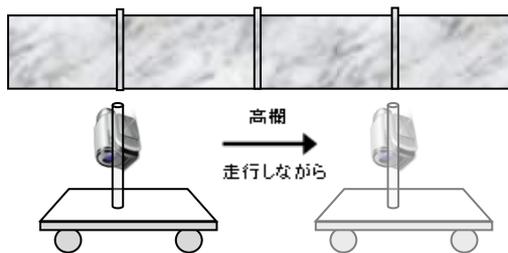


図1 高欄撮影のイメージ

表1 撮影装置の概要

機器	数量	備考
デジタルハイビジョンカメラ 1920画素×1080画素	6	シャッタースピード 1/10000 秒 焦点距離 f=3.8mm
照明灯体	6	照度 20000 lx 程度
パワーサプライ	6	照明用専用電源
発電機 13kVA 程度以上	1	トロに溶接して固定

#### 3. パノラマ画像生成手法

##### 3.1 画像処理アルゴリズム

撮影映像は毎秒 60 コマの静止画像からなるので、図3に示すように、それぞれの静止画像の一致する点を次々に自動推定して、移動した分だけ、次々につなぎ合わせていくことで、動画から連続した静止画像を全自動で作成する。パノラマ画像は、既成のソフトウェアでも作成することができる。ところが、高欄画像のように似たような壁面や背景の夜空など、一様な模様の画像を処理しようとする、異なる部位同士が接

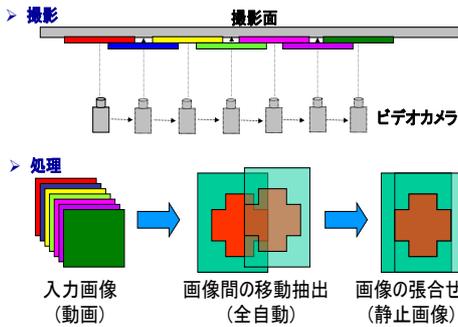


図3 パノラマ画像処理の原理



図4 撮影の様子

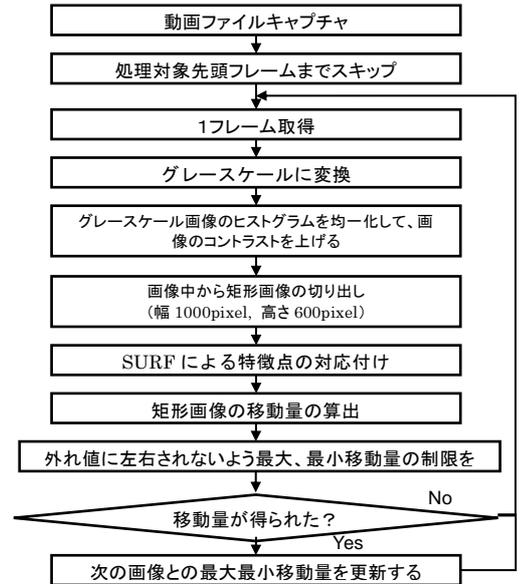


図5 移動量算出処理フロー

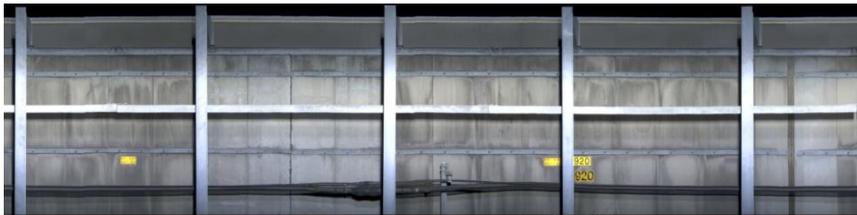


図6 結合済み画像の例

合するなどして、正しく画像が生成できない場合が多い。パノラマ画像生成の鍵となる技術は、隣接する各フレームの移動量を正確に算出するアルゴリズムである。図4に撮影の様子を、図5に移動量算出処理のフローを、図6に結合済み画像の例をそれぞれ示す。

### 3.2 線路延長方向の画像の距離の正規化

10mおきに設置されているキロ程銘板を、形状に基づくパターンマッチングにより自動的に検出し(図7)、これを基準に線路延長方向が等ピッチになるよう内挿補間し、距離の正規化を行った。銘板の無い区間については、電架柱を基に補正した。線路延長方向の距離の正規化により、画面上部のキロ程目盛と実画像との位置は非常に正確に合っている。画像は、10m単位でA3横用紙に上下線を2段に配置して出力した。下り線は見上げ、上り線は見下げ状態なので、上下線とも向かって左側が起点側となっている。キロ程と上下線の各ポイントは完全に一致していることがわかる(図8)。



図7 パターンマッチングによるキロ程銘板の検出結果

### 3.3 画像処理を用いた変状の自動検出

ひび割れなどの変状を0.5mm程度の精度で検出する画像処理手法を高覧画像に適用した(図9)。ひび割れの発生位置及び形状を正確に捉えられるので、変状の時系列管理が可能となる。

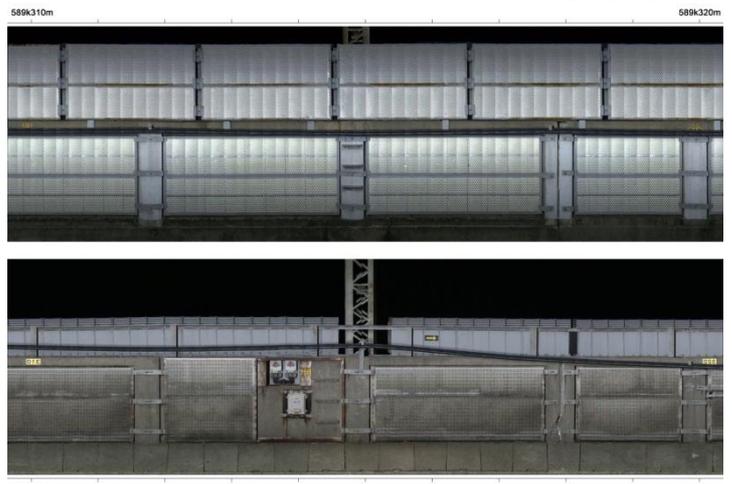
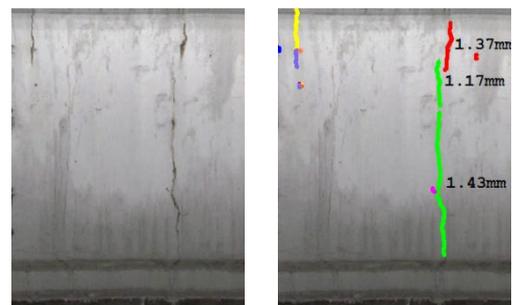


図8 高欄画像の連続帳票(A3横 上下線2段組み)

## 4. まとめ

新幹線の高架橋高欄点検にハイビジョンカメラによる連続撮影手法を適用した結果、高精度のパノラマ画像を生成することができ、近接目視に代わる新しい点検手法を提案することができた。さらに、画像処理によるひび割れなどの変状の自動抽出結果を活用することで、より高精度な高欄点検が可能となる。



(a)元画像 (b)ひび割れの検出と最大幅の計測  
図9 ひび割れの自動検出結果