

カメラ画像を用いた配筋検査手法の開発（その1）

－ スラブ配筋の鉄筋本数の自動認識 －

鹿島建設（株）	正会員	○蔡 成浩
鹿島建設（株）	正会員	中村 隆寛
鹿島建設（株）	正会員	高橋 和義
鹿島建設（株）	正会員	田代 浩之
鹿島建設（株）	正会員	鈴木 伸康

1. はじめに

配筋工事の品質管理は、現地にて施工管理者の目視検査で実施されるのが一般的であり、鉄筋本数のカウントや検測簿の作成などに手間を要するのが現状である。特に、施工範囲が広く、鉄筋の本数が多いスラブ配筋においては、全数の目視検査には多大な労力を要している。

筆者らは、このような目視検査の省力化を目的に、カメラ画像によるスラブ配筋の鉄筋本数の自動カウント手法を開発した。本報では、開発した手法の概要を示す。

2. 配筋検査手法

(1) 撮影前の準備

本手法では、直交する二段の主筋と配力筋を有する長方形のスラブ配筋を対象に、その鉄筋本数をカウントし、鉄筋番号ごとに集計する。

撮影はブロック単位で行うこととし、撮影前にスラブ面をブロックに分割する。ブロックは、一回の撮影で写すスラブ面上の辺の長さ $X_m \times Y_m$ (約 $2 \times 2m$) の長方形の領域であり、図-1 のように、「x 軸」と「y 軸」の座標値 (n, m) を用いてその位置とブロック名を定義する。

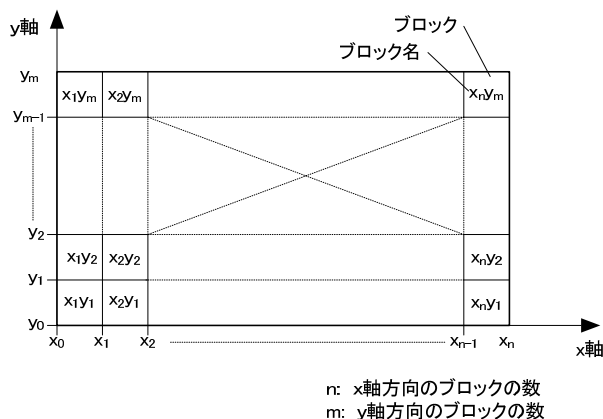


図-1 ブロックの分割とブロック名の設定

(2) カメラ画像の撮影と自動処理

カメラ画像は、図-2 のように、ブロックごとに、主筋撮影カメラ位置から中央、左、右の3枚、配力筋撮影位置から中央、左、右の3枚の合計6枚を用いる。ブロック内には、位置マーカー、番号標識を設置し、カメラ画像にそれぞれが写るように撮影する。位置マーカーは、ブロックの各角の位置を自動で認識するための高反射表面のボールであり、その直径は10 cmである。番号標識は、ブロック名を自動で認識するための看板であり、2桁の数字を表示する。

鉄筋には、一本ごとに色マーキングをする。色マーキングは、鉄筋の表面に市販の油性マーカーで塗った印であり、その長さは約3 cmである。その色と塗る位置は、鉄筋種類ごとに決める。

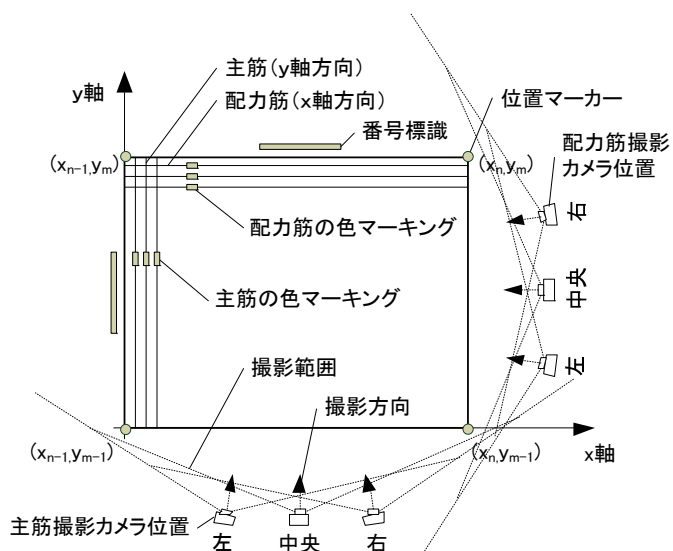


図-2 カメラ画像の撮影方向とカメラ位置

(3) 鉄筋本数の自動カウント

カメラ画像の透視歪みを補正した変換画像を用いて各ブロックの色マーキングの自動カウントを行い、全てのブロックの結果を合計することで、スラブ配筋の鉄筋本数を求める。

キーワード 品質管理、配筋作業、スラブ配筋、鉄筋カウント、画像処理

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL 042-489-8271

変換画像とは、図-3のように、長方形のブロックを斜めから撮影することで台形に見えるカメラ画像の透視歪みを除去して長方形に変換した画像であり、位置マーカー①～④に囲まれた範囲を変換する。透視歪みは、カメラ画像の各画素に変換行列をかけることで除去される。変換行列は、8個の係数を持つ 3×3 の行列であり、カメラ画像と変換画像における4つの位置マーカーの中心画素の画像座標を対応点とする8個の変換式から連立方程式を解くことで算出する。¹⁾

鉄筋本数は、変換画像の色マーキングの数と位置から求められる。本手法は、図-4のように、鉄筋番号ごとに色と位置を決めて色マーキングを行うため、プログラムが自動で変換画像の中の色領域を認識し、その色領域の中心の画素座標を「v軸」の位置ごとに分類し、その結果から鉄筋番号ごとに本数の集計を行う。例えば、図-4のように、ブロック (X_n, Y_m) の変換画像の画素座標は (v_0, u_{n-1}) から (v_1, u_n) までであり、鉄筋番号①の「v軸」位置 (v_0+L_1) における色マーキングの数は4つあるため、ブロック (X_n, Y_m) の鉄筋番号①の鉄筋本数は4本とする。

工区全体の鉄筋本数は、各変換画像を画素座標に基づいて、図-4のように、位置合わせを行うことで自動集計される。その結果は、繋ぎ合せた画像とともに、鉄筋番号ごとに出力される。

(4) 検測簿の作成

鉄筋本数のカウント結果に対して、承認を行うための書類として検測簿を自動作成する。本手法は、工区における鉄筋番号ごとの本数を設計値とともに出力する。さらに、実際の配筋状況を確認するための、鉄筋番号ごとに本数が示された変換画像、各ブロックの変換画像を繋ぎ合せた工区全体の画像が出力される。

3. おわりに

カメラ画像を用いて、スラブ配筋の鉄筋本数を自動カウントするための検査手法の概要を示した。さらに、本手法の現場適用に基づいた、有効性の検証結果は(その2)において示す。

参考文献

- 1) 佐藤 淳: コンピュータビジョン-視覚の幾何学-, pp49-51, コロナ社, 2003

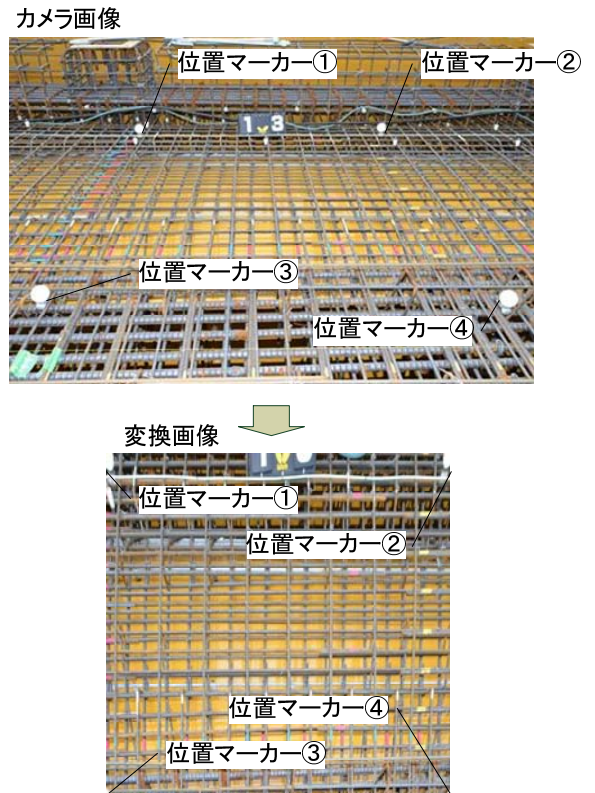
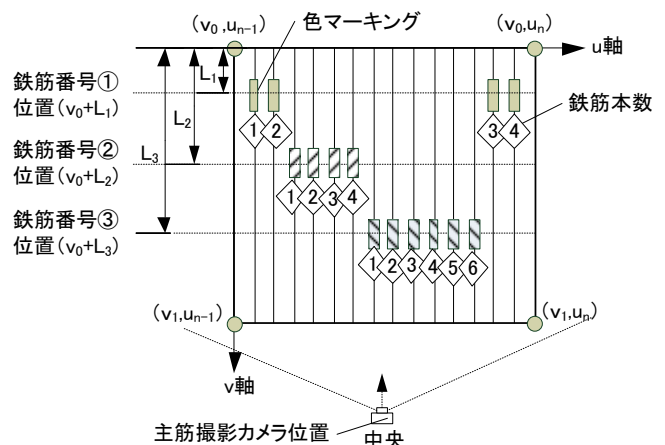


図-3 カメラ画像と変換画像



ブロック (X_n, Y_m) の変換画像を工区の座標系に変換して、全体の鉄筋本数を集計する

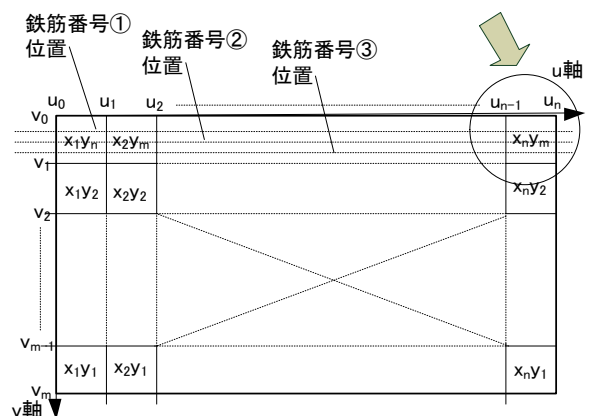


図-4 色マーキングの位置