

ステレオ写真測量による明治期のコンクリート骨材量の推定

関東地方整備局 東京湾口航路事務所 正 ○野口孝俊
 関東地方整備局 東京湾口航路事務所 正 内川直洋
 (株)パスコ 環境文化事業部文化財センター 津口雅彦
 (株)パスコ 中央事業部技術センター 小松崎弘道

1. はじめに

本報告は、コンクリートの骨材量を推定する方法として、セメント協会 F-18 による配合推定による方法や文化財調査で用いられるスケッチから骨材を描きその面積から骨材量を推定する方法にかわり、ステレオ写真測量の結果から三次元的に骨材量を推定する方法を実施したものである。スケッチ、ステレオ写真、レーザー測量による骨材量推定結果を比較し、本実施方法の妥当性を評価した。



写真-1 第二海堡護岸被覆コンクリート

2. ステレオ写真測量による骨材量推定

明治 23 年～32 年に完成したと想定される護岸被覆コンクリート (写真-1)、明治 34 年～39 築造砲台、昭和 17 年築造高角砲の 3 箇所について、コンクリート断面詳細図を作成した。本報告は護岸被覆コンクリートの事例を紹介する。従来、コンクリート内の粗骨材の含有量を想定するには、スケッチを行い、その骨材の大きさを一つ毎に算出し、面積を合計して奥行き当たりも同じ断面構成としてとして推定する。この方法では、個人差があると共に算出にかかる時間がかかることが欠点である。そこで、デジタル写真によるステレオマッチングを試みることにした。

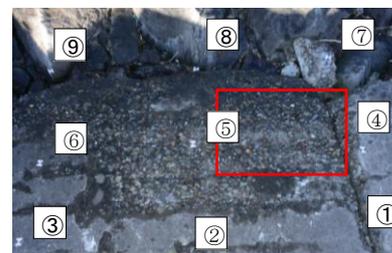


写真-2 対標の設置

(1)実施内容

コンクリート構造物に含まれる玉砂利の含有率を把握するため、コンクリート剥離部位に対してステレオ写真計測を実施した。デジタルカメラの高性能化および解析ソフトの充実により画像計測が可能となり、土木分野においてもその展開が想定される。また、従来方法であるスケッチとの比較を実施した。ステレオ写真計測を行う範囲については、計測断面の記録を残すため地上レーザ計測も実施した。それぞれの手法で撮影した断面図を図-1に示す。

(2)実施方法

- a.最初にステレオ計測するために必要な基準となる上記①～⑨の対標の貼り付けを行った。(写真-2)
- b.撮影は NIKON D800E 20mm、3600 万画素 (7360×4912)、シャッタースピード 1/100 絞り F 11、感度 ISO100 の機器を用いて 11 枚撮影した。
- c.デジタルカメラで撮影した 2 次元の左右 2 枚の画像を用いて 3 次元データを撮影する。写真測量の精度 1/500 程度である。

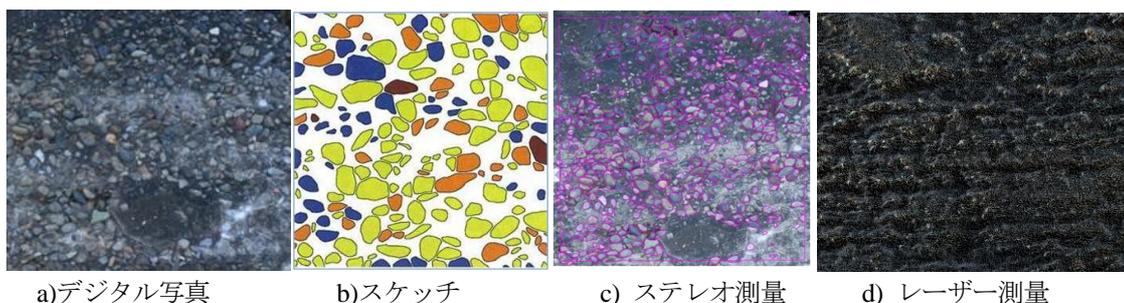


図-1 骨材平面図

キーワード 第二海堡, コンクリート構造物, 骨材量, ステレオ測量

連絡先 〒238-0005 横須賀市新港町 13 番地 TEL0468-828-8365

d. 計測は玉砂利の最前面の位置を三次元計測し、1立方メートル当たりの骨材含有率を算出した。
 e.対象物の輪郭をトレースし、点と点を面的化して三次元計測図化する。ソフトはAgisoft社のPhotoscan[®]を使用した石材表面のモデルを作成した。写真-3に写真-2の範囲における石材の位置座標計測データを表示した。



写真-3

3. 骨材量の算出

(1) 骨材個数の算定

個別平面図面積を計測して算出して平均的な石材の大きさを想定した。想定には450個の石材を図化した。被覆コンクリートは正面と側面の2断面の取得が可能である。そこで、図-2の②断面を①断面に重ね合わせるように水平移動して立体断面を推定することにした。この時、奥行き方向の形状を推定する時に、概ね同様な形状であるものと推測できれば、大きさの違う骨材に対して二重計上することがない。従って、骨材の大きさを幾つか設定して推定することにした。骨材の合計面積は1.32m²、1個当たりの直径は単純平均すると5.4cmとなった。この結果を踏まえ、石の平均的な大きさの想定を3cmあるいは5cmと仮定し集計を行った。

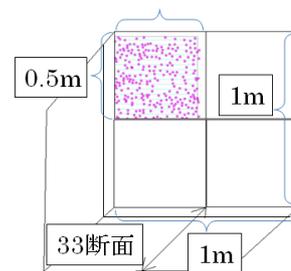
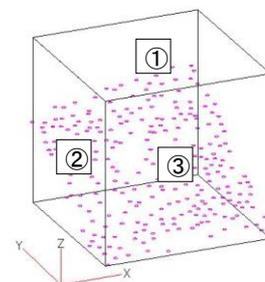


図-2 骨材量推計の考え方

(2) 骨材量の推計

算出した平均的な石材の大きさを上記考え方で仮定して3次元モデルを図-2に示すY方向0.5mの奥行きで3cm及び5cmで断面を分割してその中に含まれる石材の個数を集計した。分割した断面を水平方向に展開した並べ替えを行い、厚さ3cmと5cmでの赤枠範囲0.25m²面積に含まれる石材の数を集計した。これを1m²あたりの面積に換算し、1m²あたりの石材の推定を算出した。これを垂直方向に1mの厚さで計算し骨材量を推計した。(表-1)例えば、骨材が3cmと設定すれば1m当たり33断面であり、0.25m²あたりの骨材が303個であるから立体として303個×4×33断面で33,996個となる。

表-1 骨材量推計表

0.25m ² あたりの石の個数	断面数 (1mあたり)		石の総数 (1m ³ あたり)	
	3cm	5cm	3cm	5cm
303	33	20	39,996	24,240

(3) 明治期骨材量との比較

コンクリートの骨材などの配合推定を実施する方法としてセメント協会 F-18「硬化コンクリートの配合推定」²⁾を利用して骨材量の推定を実施した。その結果、1m³あたりの粗骨材量は約47%と推定された。

(4) 石の平均的な大きさの体積の想定を3cmの球体の体積で行い表-2 骨材量の推定を実施した。写真-4のように、骨材が直径3cmの球体 (v=4/3πr³ 三乗: 14.13cm³) と設定すれば1m²当たり1212個で17126cm³でありコンクリート3cmの厚さで1m²当たり (100cm×100cm×3cm=30,000cm³) に含まれる粗骨材量は約57%と推定された。なお(3)の推定で47%であることと比較推定すると、明治期は骨材として砂砂利を使用したことから扁平形状であり、今回奥行き方向の形状を球体とした設定が過大となった可能性はある。今度、事例を増やすことで傾向を確認したい。



写真-4 体積推定

4. おわりに

コンクリートの骨材量を推定する方法として、ステレオ写真撮影を行い、二次元断面に奥行きを考慮することで、三次元的な骨材量推定を実施したものである。また、明治期要塞の配合を規定したものと比較して概ね合致した値を推定することができた。

参考文献

- 1) 内山庄一郎・井上公・鈴木比奈子：SFMを用いた三次元モデルの生成と災害調査への活用可能性に関する研究、防災科学技術研究所研究報告 第81号、2014年2月。
- 2) セメント協会・コンクリート専門委員会：硬化コンクリートの配合推定に関する共同試験報告、1967。