

3 次元データを活用した消波ブロックの数量算出法に関する基礎的検討

株式会社不動テトラ 正会員 ○橋田雅也
正会員 昇 悟志
フェロー 松本 朗

1. はじめに

我が国では、建設分野における生産性向上は重要な課題となっている。そのため国土交通省は、建設現場における生産性を向上させ魅力ある建設現場を目指す i-Construction の取組を進めている。港湾においては、i-Construction を推進するため浚渫工、基礎工（捨石投入）、本体工（ケーソン式）およびブロック据付工（被覆・根固・消波）への ICT 技術の活用が検討されている¹⁾。このうち、ブロック据付工については測量方法および工事積算の要領が策定されているものの、特に消波工の設計に対する ICT 技術の活用検討例は数少ない。

例えば、既設消波工の維持補修事業では、既設消波ブロックの上に新たな消波ブロックを積み増す対策（以降、嵩上と呼ぶ）が施され、この時の設計においてブロックの嵩上数量算出が必要となる。しかし、ICT 技術を利用して消波工の 3 次元データを取得したとしても、現状では平均断面法を用いて 2 次元データから嵩上数量を算出している。3 次元データを用いて精度良くブロック嵩上数量を直接算出できれば設計の効率化に繋がる。しかしながら、既設消波工の体積はブロックの凹凸形状（点密度）や消波工の規模・変状等の影響を受けることが考えられる。

そこで本論文では、上述した影響のうち、消波工の凹凸形状に着目し、3 次元データから直接的に体積を計算して精度良く効率的に数量を算出する方法の基礎的な検討を行った。

2. 検討方法

最初に、図-1 に示すように全断面被覆形式の標準的な台形の消波工断面に消波ブロック模型を積み上げて消波工を再現した。次に、3 次元ハンドスキャナーを用いて消波工の点群データを取得し、現地量（消波ブロック 64t 型）へ変換した。そして、点群の生成・編集が可能な解析ソフトを用いて現地量の消波工を面的なデータの DSM（Digital Surface Model）で表し、ソフト内

の機能によって DSM を基にした消波工部分の体積（以降、計算体積 V_c と呼ぶ）を計算した（図-2）。最後に、台形断面から求まる体積（以降、台形体積 V_d と呼ぶ）との比較を行った。なお、消波工の凹凸形状の再現度の差異が計算体積に及ぼす影響を把握するため、表-1 の上段に示す DSM の格子サイズを設定した 6 ケースの解析を実施した。下段の点密度 D_p については後述する。ここまでのサイクルを計 10 回繰り返した。

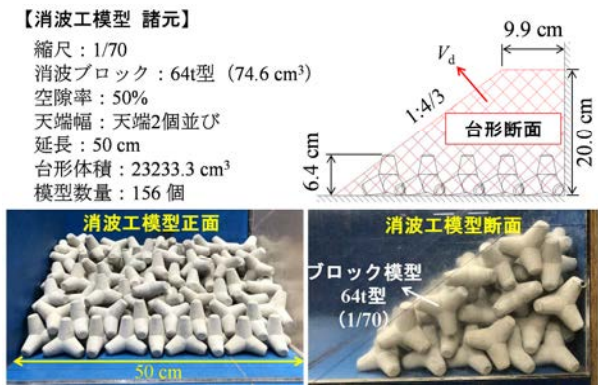


図-1 消波工模型諸元および模型積み状況

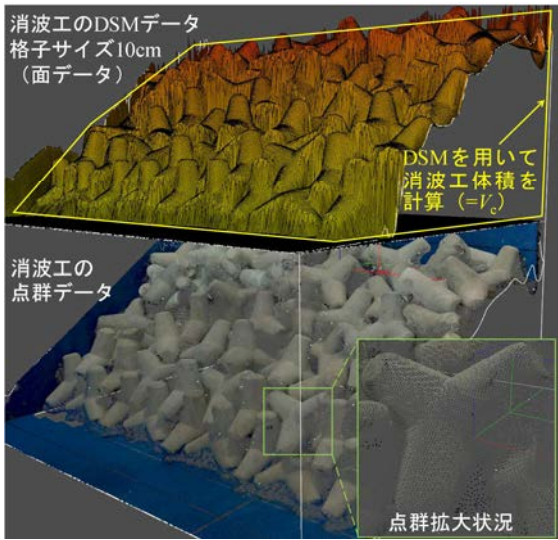


図-2 現地換算した消波工の点群データおよび DSM の例

表-1 DSM の格子サイズおよび点密度

DSM格子サイズ (cm)	5	10	14	20	30	50
点密度 D_p (点/㎡)	400	100	51	25	11	4
消波工の凹凸形状の再現度 高 ←=====→ 低						

キーワード 消波工、消波ブロック、3 次元データ、点群データ、ICT、DSM

連絡先 〒300-0016 茨城県土浦市東中貫町 2-7 (株) 不動テトラ総合技術研究所 TEL:029-831-7411

3. 格子サイズが消波工の体積計算値に及ぼす影響

図-3 は、横軸に DSM の格子サイズ、縦軸に消波工の台形体積 V_d に対する計算体積 V_c の比（以降、体積比と呼ぶ）を示している。体積比は、格子サイズの増加とともに減少する傾向が見られた。また、どの格子サイズにおいても体積比は 1 未満になることが明らかとなった。これは、図-4 に示すような消波工表面の空隙の存在が計算体積に影響したためと考えられる。計算体積 V_c は、空隙を考慮してブロックの表面に沿って体積を計算するため、空隙部の体積値は加えられていない。

4. 3次元データを用いたブロック数量算定式の検討

計算体積 V_c が、台形体積 V_d に等しくなるような係数を $\alpha_1 (=V_d/V_c)$ とし、図-5 に点密度 D_p (点/m²) に対する α_1 の関係を示す。ここで、点密度 D_p は DSM の格子サイズから 1m² 当りの点数に変換したものであり、格子サイズと点密度 D_p の関係は表-1 に示す通りである。係数 α_1 は、 $4 \leq D_p < 50$ の範囲で減少傾向となり、 $D_p \geq 50$ の場合はほぼ一定である。従って、 α_1 の平均値は式(1)で定式化できる。

$$\alpha_1 = \begin{cases} 1.16D_p^{-0.013} & (4 \leq D_p < 50) \\ 1.10 & (D_p \geq 50) \end{cases} \quad (1)$$

図-6 は、嵩上時における消波工体積計算のイメージである。嵩上部分の消波工体積 V_k を 3 次元データから直接算出する場合、計画消波工を含めた体積 V_2 と既設消波工体積 V_1 との差分で求めることになる。しかしながら、この V_1 は消波工の凹凸形状（点密度）の影響を受けることが本検討で明らかとなっている。従って、消波工の凹凸形状を考慮した嵩上体積 V'_k は、式(2)で定式化され、これにより 3 次元データからブロック数量を精度良く効率的に算出することができる。

$$V'_k = V_2 - \alpha_1 \times V_1 \quad (2)$$

なお、 V'_k によって算出されたブロック数量で計画の消波工を再現できることは別途確認している。

5. まとめ

消波工の 3 次元データから体積を計算する場合、消波工の凹凸形状（点密度）によって計算値が変化することが明らかとなり、その傾向を定式化した。この式を用いることで 3 次元データからブロック数量を精度

良く効率的に算出することが可能となる。

しかしながら、3 次元データを用いてブロックの嵩上数量を高精度に算出するためには、ブロックの形状や大きさ、構造諸元等様々な要因も考慮する必要がある。今後も引続きそれらの影響を調査し、消波工の 3 次元データを活用した高度なブロック数量算出法を確立していきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省：港湾における i-Construction 推進委員会第 2 回資料，2021.02.

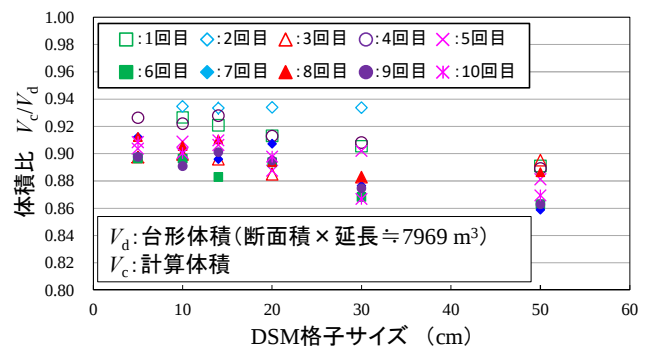


図-3 DSM 格子サイズと体積比の関係

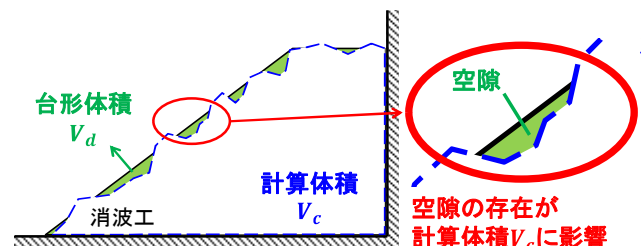


図-4 消波工表面に存在する空隙

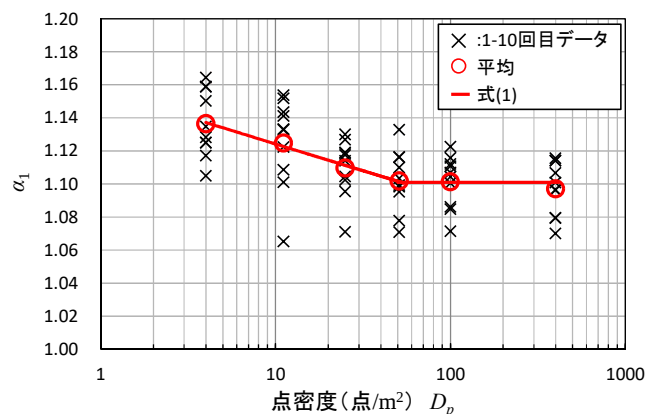


図-5 点密度と係数 α_1 の関係

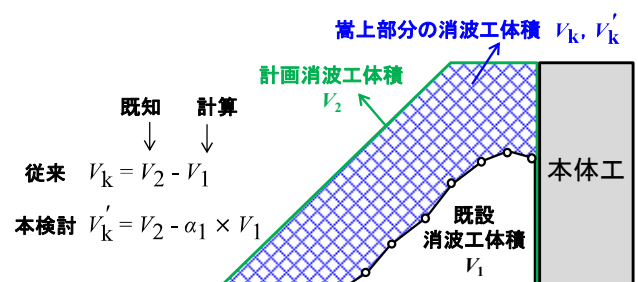


図-6 嵩上時における消波工体積計算のイメージ