

マルチスペクトルデータを利用した多摩川流域に分布する土丹の面的な強度評価

マルチスペクトルデータ ICT 土丹 河床 侵食 針貫入試験

川崎地質(株)
同上
同上
同上

正会員

正会員

○窪島 光志
榊原 信夫
丸山 祐司
山邊 晋

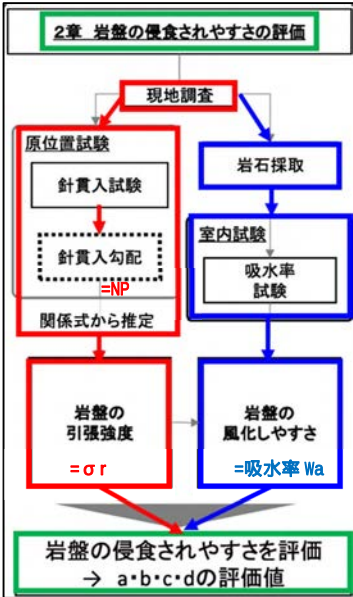
1. はじめに

近年，多摩川流域の河床では，岩盤露出や侵食による横断工作物(橋梁基礎・床固工等)の不安定化等，河川管理上の問題が生じている。既に露出している岩盤では，今後の「侵食されやすさ」の評価が重要となる。本稿では，その重要パラメータ「岩盤の侵食されやすさ」の評価手法に対し，課題を抽出し，その解決手法を検討した。なお，本稿の対象岩盤は，多摩川支流浅川の浅川橋周辺の河床に露出する上総層群の固結シルトであり，いわゆる土丹層である。

2. 「岩盤の侵食されやすさ」の評価手法における課題

現行の「岩盤の侵食されやすさ」の評価手法では，寒地土研の手引き¹⁾に基づき，現地踏査による土丹露出状況の調査，原位置試験(表層針貫入試験)，及び室内岩石試験(物理・力学・スレーキング)を実施する(図-1)。「岩盤の侵食されやすさ」は，表層針貫入試験から推定される「岩盤の引張強度(σ_r ：図-1の赤枠)」と，吸水率試験の結果から算定される「岩盤の風化しやすさ(吸水率 W_a ；図-1の青枠)」の組合せにより評価される(表-1の緑枠)。

「岩盤の侵食されやすさ」を評価するにあたって，原位置試験(表層針貫入試験)の結果(NP；針貫入勾配；図-1)により，「面的な」表層強度データを取得できる。しかしながら，試験実施地点が偏ることや，試験実施数に限りがあることから，構造物等の設計に必要となる「面的な」侵食されやすさの範囲区分の精度が低い，という課題がある。



(詳細は表-1 参照)

図-1 「岩盤の侵食されやすさ」の評価フロー¹⁾

3. マルチスペクトルデータの活用と岩盤の強度推定方法

上記課題の解決手法として，マルチスペクトルデータから，土丹の表層強度を「面的に」推定する手法を検討した。本稿におけるスペクトル(分光スペクトル)は，分光器により分解して測定した反射光の特定の波長成分の強弱を示している。このデータを X 軸に波長，Y 軸に反射強度で表したグラフをスペクトルパターンといい，このスペクトルパターンが複数ある状態をマルチスペクトルという。本調査では，475，560，668，717，842nm の 5 種の波長データを U A V 撮影により取得した(使用機器：Micasense 社 Altum、DJI 社 Matrice200V2)。

本河床部に露出する土丹の特徴は，次の通りである。【エリア A】上流の固結砂層(赤褐色)：ハンマーでポロポロ崩れる程に強風化(図-2)。【エリア B】中流の固結シルト層(肌色)：ハンマーが刺さる程度に風化(図-2)。【エリア C】下流の固結シルト層(暗灰色)：ハンマーが刺さらない程度に新鮮(図-3)。エリア A ~ C のスペクトルパターンを図-4 に示す。

具体的な検討フローは，次の通りである。1)図-4 のスペクトルパターンから，各エリアの反射強度の差が最も大きい波長は，青色の波長 475nm であった。そのため，波長 475nm の値を土丹の褐色度及び岩盤強度の指標として，疑似カラーマップに可視化した。この場合，475nm の反射強度が大きいほど青みが強くなり，相対的に褐色のスペクトル

表-1 「岩盤の侵食されやすさ」の評価マトリックス¹⁾

σ_r	W_a/σ_r	2 以上 岩盤の風化しやすさ	
		a	b
~0.25MPa			
0.25~1.0MPa		b	c
1.0MPa~		c	d

岩盤の引張強度

岩盤の侵食されやすさ

侵食されやすさの評価	説明
a	侵食されやすい
b	
c	
d	侵食されにくい

が低いことを示す。本稿では、褐色度が低い状態を新鮮部と同義とする。2)同範囲で実施した針貫入試験の結果と、マルチスペクトルデータについて、その相関関係の有無を検証する。以上のデータから、マルチスペクトルデータから表層の岩盤強度を評価できる事を示すとともに、今後の検討課題を抽出する。



図-2 エリアAおよびBに分布する土丹の状況



図-3 エリアCに分布する土丹の状況

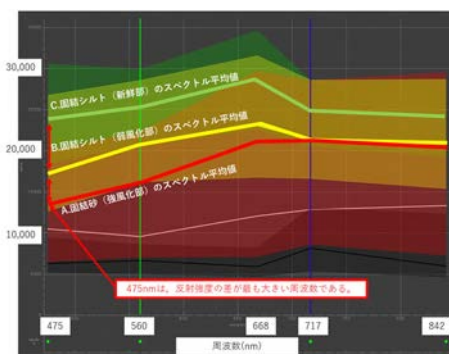


図-4 河床に露出する土丹のスペクトルパターン

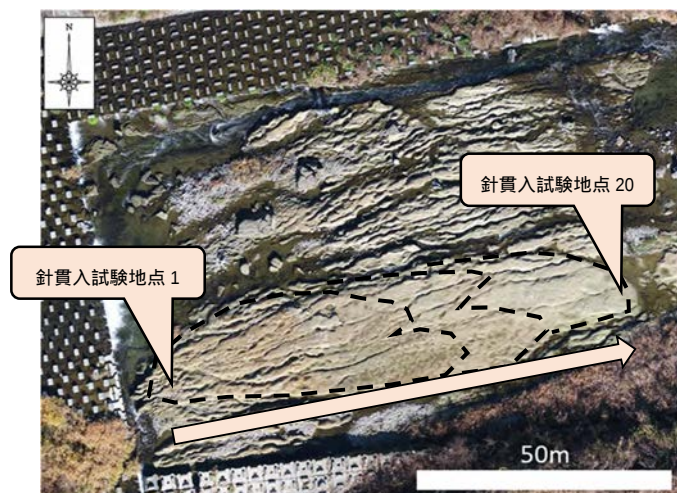


図-5 土丹が露出する河床部のオルソ RGB 画像

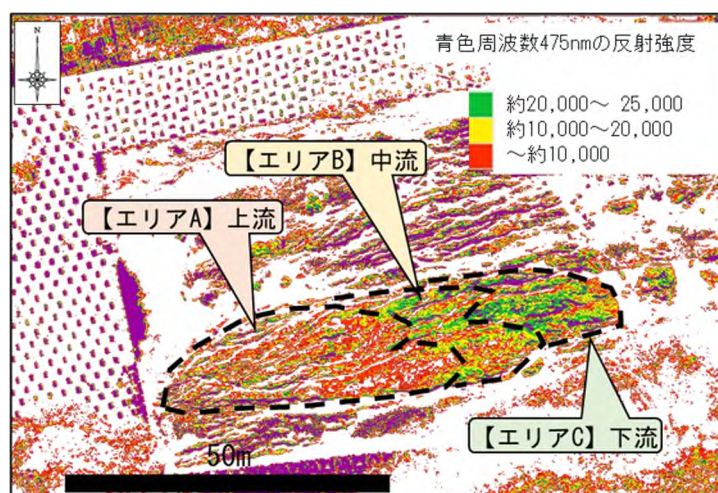


図-6 河床に露出する土丹の 475nm における反射強度分布図

4. 検証結果

土丹が露出する河床部のオルソ RGB 画像を図-5 に示す。また、褐色度を反映した青色の波長 475nm の反射強度マップを図-6 に示す。露出する土丹は、上流より、前述のエリア A～C に区分されることが明らかとなった。針貫入試験の結果 (NP) は、エリア A で約 2.5～3.5(N/mm)、エリア B で約 3.5～4.5(N/mm)、エリア C で約 4.0～5.5(N/mm)であった(図-7)。また、青色の波長 475nm の反射強度は、針貫入試験値(NP)と良い相関関係($R^2 = 0.61$)が、認められた(図-8)。

5. 考察および今後の検討課題

マルチスペクトルの反射強度は、針貫入試験値(NP)と良い相関関係が認められることから、土丹の表層強度を「面的に」推定する一つの指標になり得る。一方、水浸部等では、水の影響により反射強度の極端な上昇および低下が生じたため評価が困難であった(図-5 白色部・紫色部)。この点が、今後の検討課題である。一方、マルチスペクトルデータから強度データへの相関式の算出については、データを蓄積することで精度・汎用性を向上できる可能性がある。また、スペクトルデータは撮影時の天候に影響されやすいが、一定の反射強度を示す「白色のレフ板」を設置することでデータを規格化することができ、天候等による影響を低減できる可能性がある。

《参考文献》1) 北海道開発局，寒地土木研究所；「岩盤河床における河床低下危険度判定の手引き(案)」，2017.2.

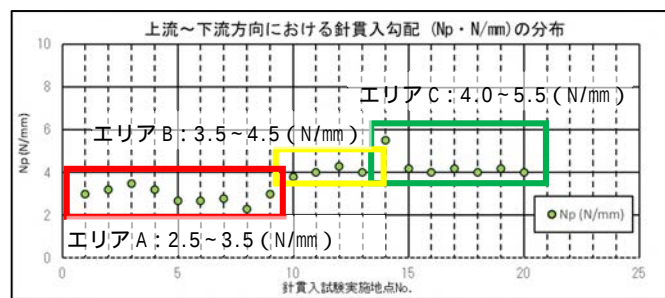


図-7 エリアA～Cにおける針貫入試験結果(Np)

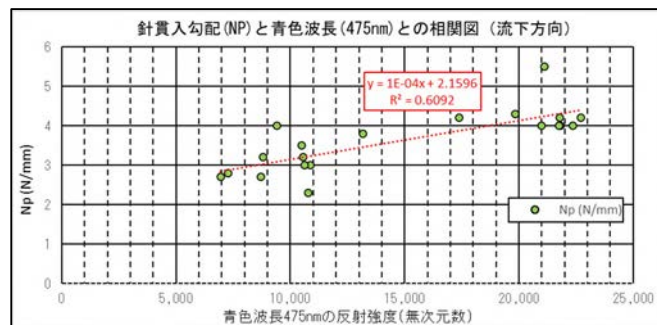


図-8 針貫入勾配(NP)と青色波長(475nm)の反射強度との相関図