

積雪寒冷地域における土丹河床の浸食過程と河川構造物等の影響に関する研究

研究予算：運営費交付金(一般勘定)

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：寒地河川チーム、寒地技術推進室

研究担当者：平井康幸、村上泰啓、島田友典、阿部孝章、
数馬田貢、丸山政浩、渋谷直生、安田裕一、稲垣達弘

【要旨】

本研究は、積雪寒冷地における土丹の崩壊・浸食メカニズムの解明、土丹河床上の河川構造物の影響把握を最終目標としている。本報告では、北海道内における土丹分布、河川管理上の課題を把握した上で、浸食プロセスについて既往文献を基に考察し、土丹の強度と浸食量に関する実験と土丹河床における根固ブロックの安定性に関する実験を実施した。この結果、土丹の浸食量は引張強度と強い負の相関を持つことが確認された。また、現場レベルで簡易的に浸食量を推定する手法を提案した。さらに、土丹河床における根固ブロックの安定性を検討するための基礎資料を収集することができた。

キーワード：土丹河床、河床低下、浸食メカニズム、根固ブロック

1.はじめに

石狩川上流など北海道内の複数河川において、土丹河床上の砂礫が流出し、急激に河床低下・河岸浸食が進行している。これにより、橋脚などの構造物への影響や治水安全度の低下が懸念されている。

土丹河床は融雪期に凍結融解による風化の影響を受け、融雪出水時に流水や砂礫の浸食に晒されると考えられる。また、土丹河床の粗度は、砂礫河床の粗度よりも小さく砂礫を捕捉しにくい。このことから、予防保全型を念頭においた土丹河床の河床低下対策が求められている。

予防保全型の河床低下対策を検討する上では、将来的な土丹河床の浸食量を予測し、河床低下対策の効果を把握できるモデルの構築が不可欠である。

しかし、土丹河床の浸食プロセスは、砂礫河床の河床低下（河床変動）プロセスと大きく異なる。砂礫河床の河床変動は、流入する流砂と流出する流砂のバランスにより算定されるが、土丹河床の浸食は、流水や流砂による摩耗により生じる。このため、これまで砂礫河床において築きあげられた流砂量式や河床変動モデルでは、土丹河床の浸食を予測することは困難である。

本報告では、はじめに①北海道内における土丹層の分布と浸食特性、②河川維持管理上の課題、③土丹河床の浸食プロセスについて整理を行った。上述の検討を基に、重要性の高い、④土丹の強度と浸食量の関係、⑤土丹河床上の根固ブロックの安定性について実験を

行った。

2. 北海道内における土丹分布

本研究では、土木学会において軟岩と呼ばれる岩を土丹として扱う。土木学会の定義によれば、我が国において軟岩と呼ばれる岩は、その成因から、堆積岩、風化岩及び変質岩、溶結凝灰岩に大別され、一軸圧縮強度がおおよそ 200kgf/cm^2 以下で、特に 100kgf/cm^2 以下で岩石そのものが柔らかく、変形性が大きいとされる¹⁾。

図-1 に北海道内の土丹河床露出箇所を示す。これによると、土丹河床が露出している箇所は 60 以上に及ぶ。

図-2 は北海道の概略地質と広域テフラの分布図である。これによると、北海道内では、火山岩と堆積岩類（沖積層、湿原、段丘なども含む）が広く分布している。このことから、北海道内に露出している土丹河床は、火山性と堆積性のものが主である。

2.1. 堆積岩由来の土丹

堆積岩起源の軟岩には泥岩、シルト岩、砂岩、これらの凝灰質岩などがある。堆積岩は圧密作用、化学的・鉱物学的な変化を伴う続成作用（土砂などの堆積物が堆積岩になる作用）、弱変成作用の影響を受けて固結・生成したもの¹⁾とされる。

北海道内の堆積岩は、有効間隙率が小さいものほど一軸圧縮強度が高い傾向を示す²⁾。また、比較的短期間に乾湿によるスレーキング風化(写真-1)を呈するも

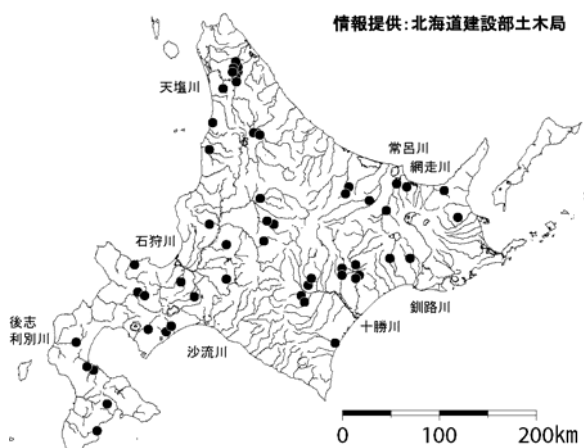


図-1 北海道内の土丹河床露出箇所(黒点)

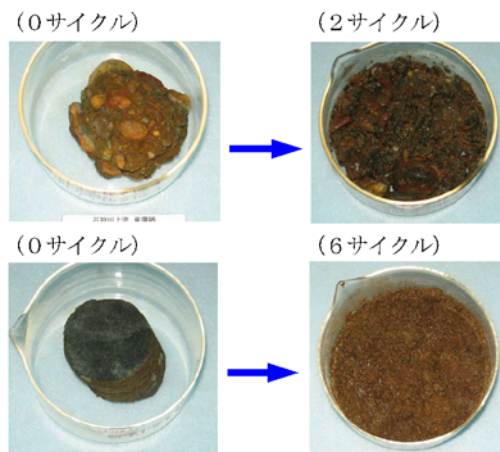


写真-1 乾湿繰り返し試験³⁾

(石狩川上流で採取、上:礫岩、下:シルト岩)

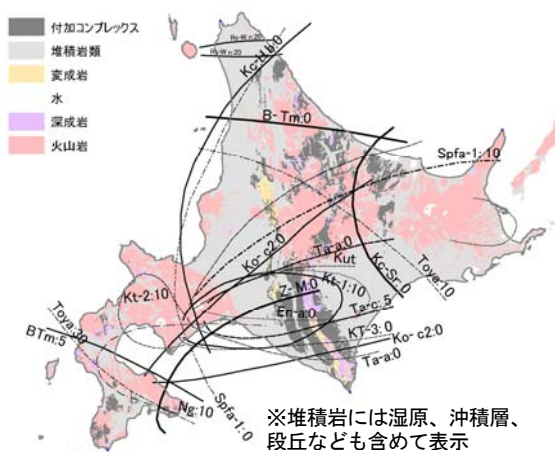


図-2 北海道の概略地質分布⁴⁾と広域テフラ⁵⁾



写真-2 網走川における土丹河床の筋状浸食⁶⁾



写真-3 渋山川における土丹河床の函状浸食



写真-4 石狩川上流における護岸根固工

のもある。こうした堆積岩の土丹が露出した河床では筋状に河床が侵食されているケースが報告されている(写真-2)。

北海道内において堆積岩由来の土丹が露出している河川は、石狩川上流、夕張川、網走川、歴舟川下流、

野田追川などである。

2.2. 火山岩由来の土丹

北海道には道南、道央、道東に火山、カルデラが分布し、火砕流堆積物や火山灰が広範囲に分布している。

火砕流は火山噴火時の火山灰、軽石、岩滓、熱雲などの高温の火山砕屑物が重力の作用により地表を流下する現象であり、大規模な火砕流では堆積した火山砕屑物が自身の熱で再溶融し、溶結凝灰岩を形成する場合がある。

北海道内の火山岩（溶結凝灰岩）は有効間隙率が高くなると、一軸圧縮強度が低下するが、その関係は凝灰岩の産地に大きく関係する²⁾。火山岩は堆積岩と異なり、同強度の一軸圧縮強度であっても、スレーキングや凍結融解に対する耐久性は比較的高いとされる。こうした火山岩由来の土丹が露出した河床では、函状の浸食地形が見られる（写真-3）。

北海道内において火山岩由来の土丹が露出している河川は、樽前ガロー、苔の洞門、洪山川、久著呂川、真駒内川の一部などである。

3. 河川維持管理上の課題整理

3.1. 治水上の課題

土丹河床は、ある程度の固結度を有しているものの、強い流水や流砂に対し脆弱であり、河床低下や局所洗掘が発現しやすい特徴を有している。

河床低下が進行し、河床高が低水路護岸の基礎高より低くなった場合、護岸が機能不全となり、河岸侵食等の危険性が高まると考えられる（写真-4）。また、河床低下により橋脚の根入れが不足する可能性がある。

さらに、局所的な河床低下の進行により、水みちが偏り、水が流れない箇所が樹林化し、流下能力を低下させることが懸念される。

3.2. 環境上の課題

土丹河床は砂礫がないため魚類産卵等に不適切な環境である。

また、土丹河床の河床形状は、砂礫河床の河床形状と異なるため、魚類等の生息場となる瀬淵環境の減少も懸念される。

3.3. その他

土丹河床の粗度は、砂礫河床の粗度よりも小さいため、砂礫を捕捉しにくい。このため、土丹河床が露出し河床低下が進行すると、河床低下の抑制や砂礫河床の復元には、多大なコストが必要と考えられる。

4. 土丹河床の浸食プロセスの文献研究

岩床の侵食は、流水による侵食、流砂による侵食、溶食、キャビテーションなど様々なプロセスにより生

じることが既往研究で判明している。

流水による侵食とは、流水により河床にせん断力が働き、せん断力が閾値を超えると岩床が摩耗する現象である。この現象は、低固結の岩や粘土においてのみ、重要なプロセスと考えられている⁷⁾

流砂による侵食は、掃流砂及び浮遊砂が衝突することで岩床が摩耗する現象である。流砂の衝撃による侵食は、多くの岩床河川において重要なプロセスと考えられている⁸⁾。

溶食は、水との化学反応によって岩床が侵食される現象である。石灰岩や蒸発岩において顕著な侵食形態である。蒸発岩とは、湖が干上がった際に水中に溶けていた物質が析出し生成した岩石で、岩塩、石膏、硬石膏が代表的なものである。多くの岩床河道において、溶食は物理的な侵食に比べ小さいと考えられる⁹⁾。

キャビテーションは、高流速時に発生する圧力差により短時間に泡の発生と消滅が起きる物理現象により岩床が侵食される現象である。キャビテーションによる損傷は工業装置などで有名だが、岩浸食に重要な影響を及ぼすほどの高流速が、実河川において発せするか不明である。また、キャビテーションを裏付ける実河川における証拠も現時点ではない¹⁰⁾。

以上のことから、火山性岩と堆積性岩を由来とする北海道の土丹河床では、流水による侵食と流砂による侵食が重要と推測される。さらに、寒地河川においては、融雪出水による乾湿の繰り返しや凍結融解による土丹河床の固結度の低下も重要と考えられる。

5. 土丹の浸食速度に関する実験

上述の土丹河川の浸食プロセスのうち、本年度は流砂による浸食について実験的研究を行った。

土丹河床の浸食速度については、及川ら¹¹⁾、井上ら¹²⁾、により、流砂量と浸食速度について実験的研究が進められている。そこで、本章では土丹の強度と浸食速度に着目し実験を行った。また、現場レベルで簡易的に浸食速度を把握する手法について考察した。

5.1 実験概要

岩盤の強度と流砂による侵食の程度を評価する手法として、アブレーションミルと呼ばれる装置を利用したものが報告されている。これは外径 22cm の円筒形の装置に軟岩から切り出した直径 20cm の岩ディスクを装置底にボルトで固定し、φ6mm の砂礫 150g と水を投入したのち、スクリーで一定時間攪拌し、その後岩盤ディスクの浸食量を計測するというものであ

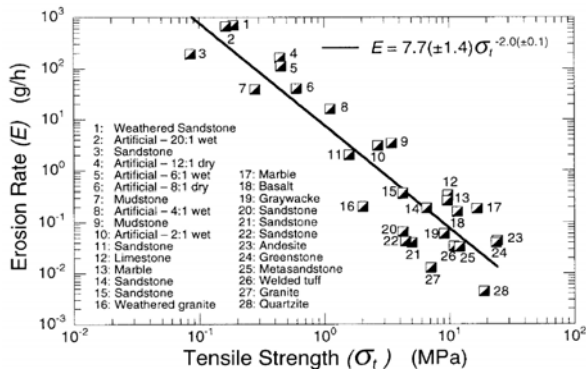


図-3 岩石の浸食速度と引張強度の関係¹³⁾

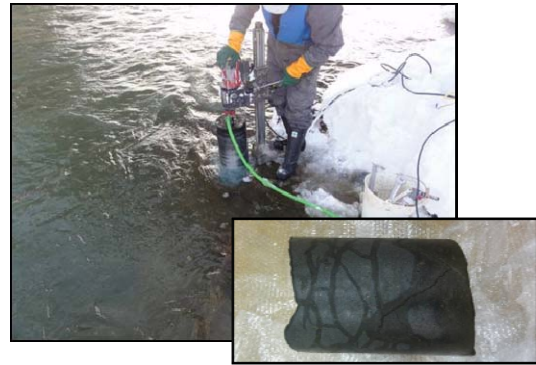


写真-5 試料採取状況

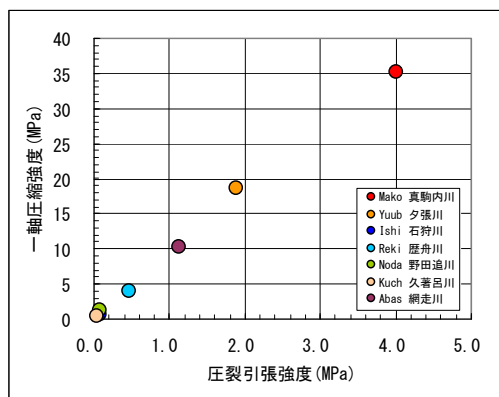


図-4 圧裂引張強度と一軸圧縮強度の関係

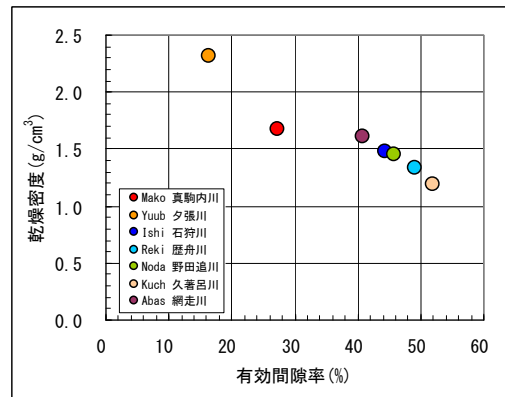


図-5 有効間隙率と乾燥密度の関係

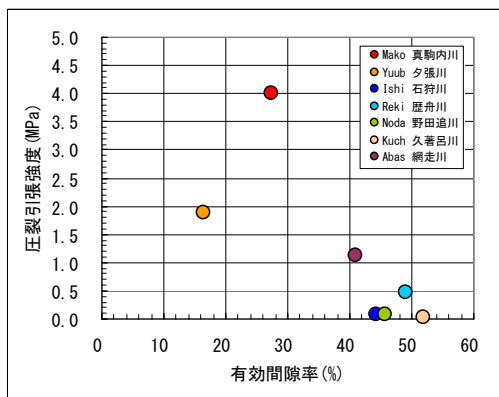


図-6 有効間隙率と圧裂引張強度の関係

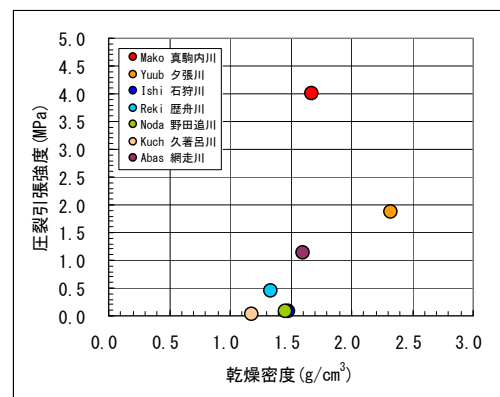


図-7 乾燥密度と圧裂引張強度の関係

る。この結果と岩盤の引張強度を比較すると、両対数ではあるが一定の関係性がみられる¹³⁾ (図-3)。

そこで、北海道内において土丹河床が露出している7河川(石狩川上流、網走川、久著呂川、歴船川、夕張川、野田追川、真駒内川)から試料を採取し、試料の特性(引張強度、一軸圧縮強度、密度、含水比、弾性、スレーキング)を把握した後、アブレーションミルによる浸食速度試験を実施した。

5.2 試料採取と特性把握

試料採取は、河床の岩盤からコアドリルを用いて採

取した。コア径は浸食速度試験用供試体と同径のφ220mm程度とし、ダイヤモンドビットを用い送水掘削により採取した(写真-4)。河床で適当な岩塊が採取可能な場合は、現地から岩塊を持ち帰り、室内で供試体を整形した。

脆弱な土丹は、乾湿繰り返し、凍結融解により、岩石組織が変化し強度等の性質も低下するため、コア抜き後、直ちにエアクションとビニール袋に梱包し、含水状態を保ち凍結させないようにクーラーボックスに収納し、衝撃による破損を避けるよう慎重に運搬した。

図-4に圧裂引張強度と一軸圧縮強度の関係を示す。これによると、強い正の相関関係が成立している。圧縮強度と引張強度の比、脆性度は10程度である。圧縮強度20Mpa以下で、脆性度10は、軟岩（土丹）の範疇である。真駒内川以外はいずれもこの範囲に含まれる。

図-5に有効間隙率と乾燥密度の関係を示す。これによると、負の相関関係が成立している。ただし、真駒内川は若干相関から外れる傾向にある。真駒内川の値は一般的な堆積岩類に比べると、隙間の割に軽い傾向にある。

図-6に有効間隙率と圧裂引張強度の関係を、図-7に乾燥密度と圧裂引張強度の関係を示す。これによると、火山性由来の土丹（真駒内川、久著呂川）と堆積岩由来の土丹（石狩川上流、網走川、歴船川、夕張川、野田追川）で傾向が異なる。

図-8にスレーキング区分と圧裂引張強度の関係を示す。これによると、引張強度が低い試料はスレーキングしやすい。

5.3 浸食速度試験

既往論文 Sklar and Dietrich (2001)で使用されたアブレーションミルと同様の機能を有する試験装置を製作した(写真-5)。本体は、アクリルパイプ、アクリル板、ステンレス鋼からなる。動力源は、攪拌機を流用、デジタル表示付き可変モータ(AC100V、10~1,200rpm)である。研磨材として市販の天然石(観賞魚水槽用敷礫、亜角礫、礫種は雑多)を用いた。7mm 通過、5mm 非通過の礫を150g 使用した。

浸食量の測定は、重量変化を指標とし実施した。重量変化は、試験前後の湿潤状態について電子天びん(新光電子、AJ-6200JS)で測定して求めた。

試験前の測定は、供試体保管用の水槽から取り出しタオルで表面の水分を除去後、供試体内部の含水状態が変化しないよう直ちに実施した。また、試験後も、浸食速度試験装置から取り出した後、同様の手順で実施した。

5.4 考察

岩石の力学的性質のうち最も基本的と思われる引張強度と浸食速度の関係を図-9に示す。引張強度が低いほど浸食速度が大きいという傾向がある。これは、既往論文 Sklar and Dietrich (2001)の傾向と同様である。

しかし、両者の定量的関係は若干異なる。本試験結果は、既往論文のデータに比べ図で左下側に平行移動

したような関係にある。研磨材の礫種(硬度)や形状、プロペラ形状などが、既往論文の実験と同一でない可能性が考えられる。

引張強度と浸食速度は負の相関関係にあるが、両対数目盛でも1本の線上に並ぶことはない。このことは、室内試験の範疇においても端的に浸食速度が引張強度のみと相関を持つものではないことを示している。本試験結果を岩種別にみても、相対的に粗粒の礫岩、砂岩(橙破線)、火山噴出物(赤破線)、細粒のシルト岩(水色、一試料)で、引張強度と浸食速度の関係を細分できるように見える。網走川は砂岩であり橙破線の傾向からより浸食速度の速い方に外れるが、この試料の供試体にのみ割れ目が発達していることも影響していると思われる。堆積岩についていえば、既往論文の Figure.2 のなかの傾向としても、細粒の泥質岩、大理石など構成粒子が粘土鉱物や炭酸塩などの相対的に軟質なものはデータ群の上方に位置し、砂岩など構成粒子が石英や岩片を主体とする相対的に硬質なものは下方に位置する傾向が読み取れる。

浸食速度をコントロールする要素として、上記の引張強度のほかに、いくつかの要素を取り挙げてみる。まず、浸食面が凸凹していることから、岩石の構成粒子それ自体の浸食抵抗、いわゆる硬さも影響していることが予想される。さらに、岩石内部の隙間の大小も浸食速度に関わっていることが予想される。

簡単にまとめると次のようである。

- 岩石を構成する粒子間の結びつきの強さ：凝集力
 - 引張強度
- 岩石を構成する粒子自体の強さ：硬さ
 - 乾燥密度(重いものほど硬い)
- 岩石に含まれる隙間：密度度
 - 有効間隙率

これらの要素が室内試験で得られた、引張強度、乾燥密度、有効間隙率の値で表現されるとして、各指標を組合せて浸食速度との関係を見てみると図-10のようになる。図-9に比べるとかなり幅が狭まっている(相関係数が増大)。このことから、上述の3つの指標は、浸食速度を支配する要素として妥当なものであると考えられる。

上述の実験のようにコアを採取し、引張強度、乾燥密度、有効間隙率を試験するのは、コストがかかる。そこで、現場レベルで簡易調査を用いて浸食速度を推

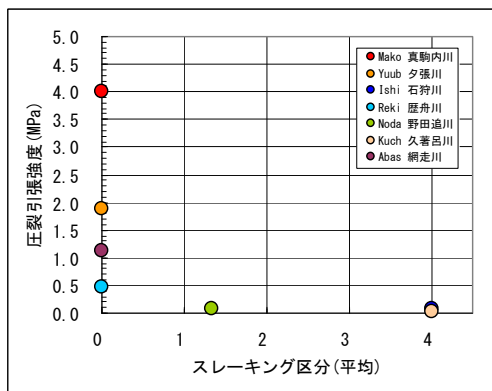


図-8 圧裂引張強度と一軸圧縮強度の関係

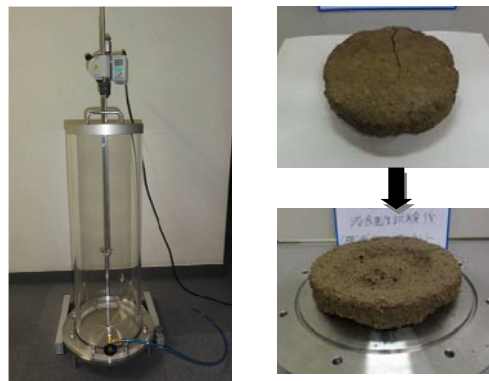


写真-6 アブレーションミルと試験前後の試料

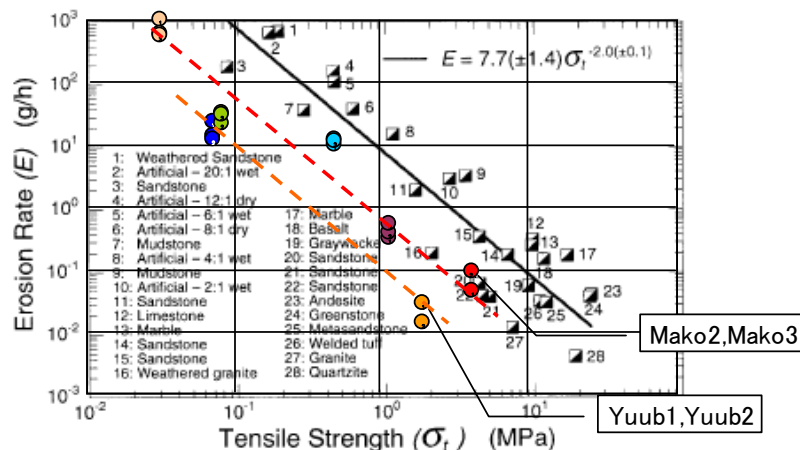


Figure 2. Variation in measured erosion rate with rock tensile strength. Sediment loading for this set of runs was 150 g of 6-mm-diameter gravel. Each data point represents mean of 12 to 20 measurements of tensile strength and two to six replicate erosion runs; error bars are omitted because standard errors of these means are smaller than data symbols. Uncertainty in best-fit log-linear regression line is standard error. Sand:cement ratios and curing conditions are listed for artificial rocks.

図-9 圧裂引張強度と浸食速度の関係

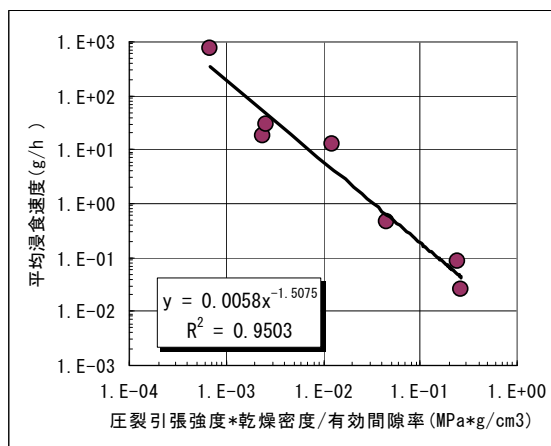
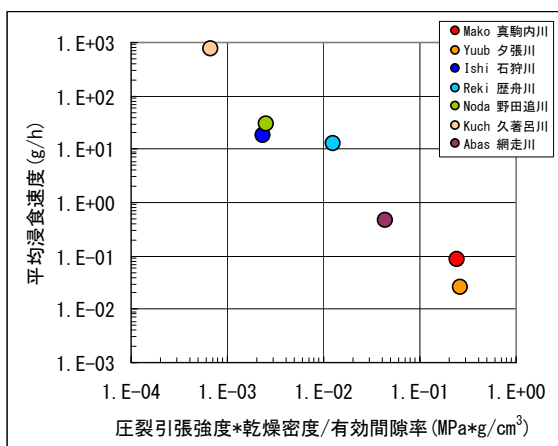


図-10 圧組合せ指標と浸食速度の関係

定する手法について検討した。

図-11のように、試料採取位置で、土壌硬度測定(土壌硬度計・藤原製作山中式)、針貫入試験(軟岩ペネトロ計・丸東製作所SH-70)、シュミットロックハンマー反発度測定(シュミットロックハンマー・プロセクKS型)を

実施し、その結果と浸食速度を比較する(図-12)。これによると、浸食速度との相関が高いのは、土壌硬度である。土壌硬度計は針に比べて貫入する面積が大きいので、粒子間の凝集力だけではなく、粒子の硬さも反映しているために比較的相関が高いと思われる。

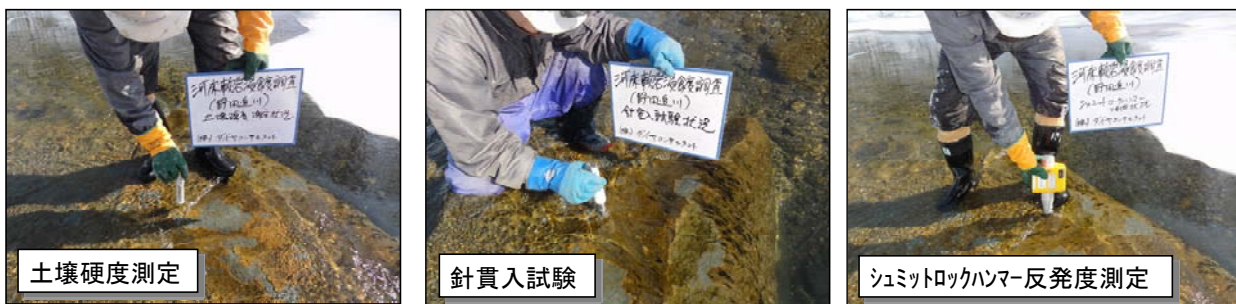


図-11 試料採取位置における土丹強度の簡易調査

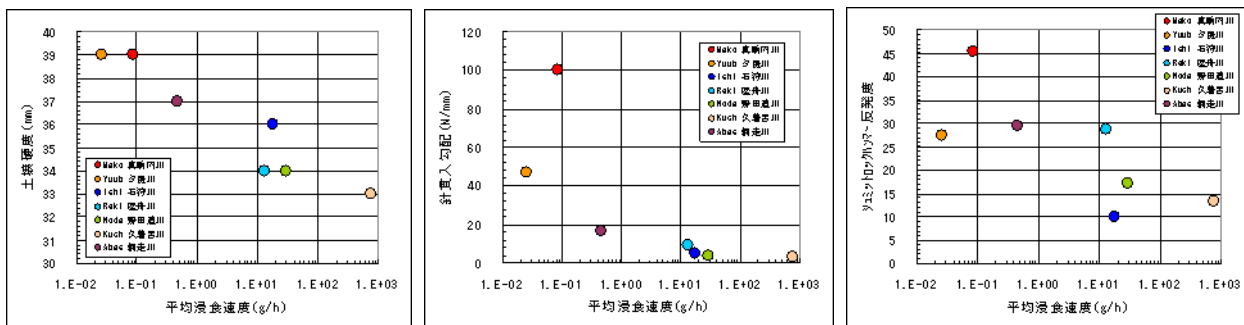


図-12 土丹強度の簡易調査と浸食速度の関係

6. 根固ブロックの安定性に関する実験

低水路に設置される根固ブロックは、主として経験の積み重ねと現場における工夫により、設計施工されていることが多い。

土丹河床の粗度は、砂礫河床の粗度より小さいため、これまで砂礫河床で蓄積された経験が活用できない可能性がある。

そこで、本章では、根固ブロックを単体および群体で設置した場合の移動限界、抗力係数、揚力係数を調査し、土丹河床における根固ブロックの設置方法に反映するための基礎資料を収集した。

6.1 単体の移動限界の把握

本実験で用いる根固めブロックは、現物の1/12の模型縮尺を想定しており、図-13に示す形状である。

ブロック単体での固定床上（岩盤とみなした）の流水による移動限界を把握するために、水深を0.05mごと連続的に増加させて単体ブロックの移動限界試験を実施した。実験方法を以下に示す。

- ブロックは分力計設置1個、動き出しをみるために左右に1個設置（計3個設置）
- 初期水深は0.20mとし概ね10分間隔に水深を0.05mずつ上昇させて、2個のブロックが0.5m下

流に流出するまで継続

- 水深が上昇して10分後に流況が安定したとして水位、流速及び分力計の計測を行う（各1分間計測）
- 左右2つのブロックが0.5m下流に流出するまで繰り返し通水
- 移動状況はデジタルビデオで連続監視
- ブロックの向き毎に3Type実施

実験の結果、通水開始からのブロックの移動状況を見ると水深0.20mでは全て移動しなかった。その後水深を増やすにつれて設置したブロックが移動・停止し定常状態になり、水深0.40mでは全てのTypeで左右に設置したブロックは0.50m下流まで流出した。また、水深と流速、抗力係数、揚力係数の関係図を図-15～17に示す。

6.2 群体の移動限界把握

群体ブロックでの固定床上（岩盤とみなした）の流水による移動限界を把握するために、水深を0.05mごと連続的に増加させて群体ブロックの移動限界試験を実施した。群体ブロックは、3列、5列の2パターンとした。なおブロック設置方向はBタイプとした。実験方法を以下に示す。

- 群体ブロックは市販のSフック（株）ニッサチ

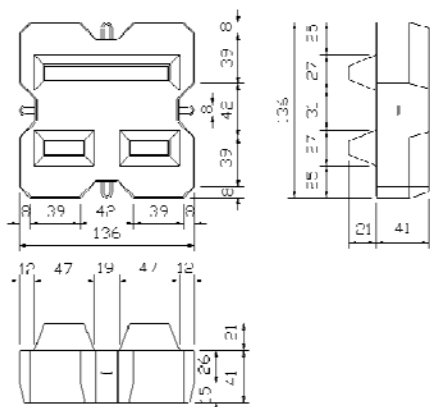


図-13 根固めブロック模型

実験ケース	ブロック設置条件		
	TypeA	TypeB	TypeC
平面図			
側面図			

図-14 流れに対する根固ブロックの方向

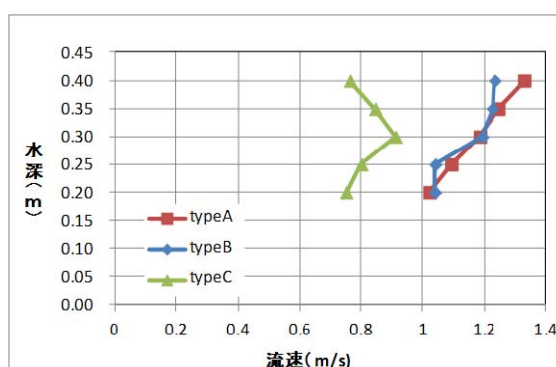


図-15 ブロック近傍の流速比較図

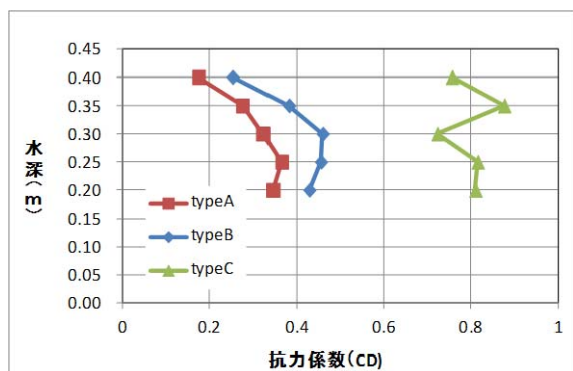


図-16 抗力係数比較図

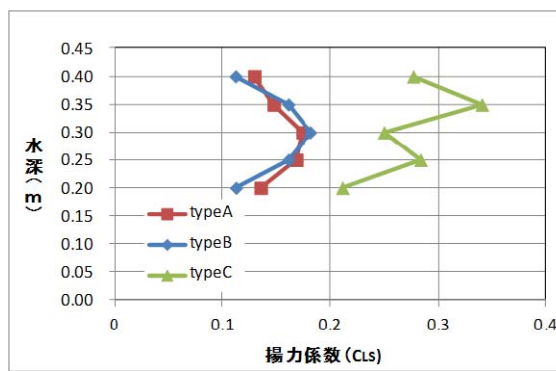


図-17 揚力係数比較図

ェイン) で連結した (横断方向 7 列×縦断方向 3 列、5 列の 2 パターン)

- 初期水深は 0.25m とし概ね 10 分間隔に水深を 0.05m ずつ上昇させて、群体ブロックが 0.5m 下流に流出するまで継続
- 設定水深で流況が安定した後で水位の計測を行う。流速・分力計の計測は行わない。
- 群体ブロックが 0.5m 下流に流出するまで繰り返し通水

群体ブロックを 3 列設置し、流水による移動限界を

把握した結果、通水開始時の水深 $h=25\text{cm}$ の段階で群体ブロックは 3cm 程度下流へ流出し・停止した。その後水深 $h=45\text{cm}$ まではブロックは停止したままであったが、水深を $h=50\text{cm}$ へ上昇させて約 2 分後に右岸側のブロックがめくれ上がるように浮上しそのまま群体ブロックが下流へ流出した。

群体ブロックを 5 列設置し、流水による移動限界を把握した結果、通水開始時の水深 $h=25\text{cm}$ の段階で上流から 1 列目のブロックが約 6mm 下流の 2 列目ブロックまで移動・停止した。その後水深 $h=40\text{cm}$ まで

はブロックは停止したままであったが、水深を $h=45\text{cm}$ に上昇させると1列目と2列目のブロックが3列目のブロックまで接近し停止し、その後 $h=65\text{cm}$ までは群
体ブロックに変動はなく実験は終了した。

7 結論

本研究で得られた主な知見と今後の課題について以下に列記する。

- 1) 北海道内の土丹河床の分布を整理した結果、北海道内の土丹河床は、堆積性由来と火山性由来が主であることがわかった。堆積性由来の土丹はスレーキングに弱く、筋状の河床形態を形成しやすい。一方、火山性由来の土丹は、比較的スレーキングしにくく、函状の河床形態を形成しやすい。今後は、土丹の材質の違いによる、浸食メカニズム及び浸食形状の違いについて、研究を進める必要がある。
- 2) 土丹の強度と浸食速度について実験を行った結果、浸食速度は、引張強度と負の相関があることが確認された。また、引張強度、有効間隙率、乾燥密度を組み合わせた指標を用いることで、浸食速度をより正確に推定することを示した。さらに、現場レベルで簡易的に浸食速度を推定する手法について検討し、土壌硬度測定と浸食速度が比較的良好な相関関係を持つことを確認した。今後は、流砂量、流砂の移動形態、スレーキング等による浸食速度の違いについて研究を進める必要がある。
- 3) 土丹河床における根固ブロックの安定性について把握するために、固定床における移動限界実験を行い、基礎資料を収集した。今後の、実験データ

を基に、土丹河床と砂礫河床における根固ブロックの安定性の違いについて研究を進める必要がある。

参考文献

- 1) 軟岩の調査試験の指針(案), 土木学会, 1991.
- 2) 田中富男,野地正保,大島紀房:「北海道の土質 4北海道の軟岩, 土と基礎」, 37-9, pp30-35, 1989. 9.
- 3) 井上卓也, 渡邊康玄, 齋藤大作, 根本深, 松本勝治, 江崎國夫, 濱木道大:「軟岩の洗掘を考慮した河床変動計算手法の開発」, 河川技術論文集, 第15巻, pp 321-326, 2009.
- 4) 20万分の1シームレス地質図DVD, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2009.
- 5) 奥村晃史:「北海道の第四紀層と地形の編年」, 日本の地形2, 北海道, pp33-40, 東京大学出版会, 2003. 8.
- 6) 村椿健治,羽石功, 阪本秀樹:「網走川河道掘削工事における多自然型川づくり-伝統工法を用いた瀬・淵の創出-」, 第52回北海道開発局技術研究発表会, 2009. 2.
- 7) Howard, A. D. :” Long-profile development of bedrock channels: Interaction of weathering, mass wasting, bed erosion, and sediment transport”, In *Rivers over rock: Fluvial processes in bedrock channels*, Tinkler KJand Wohl EE (eds), Geophysical Monograph Series 107, American Geophysical Union, Washington DC, pp.237–260, 1998.
- 8) Sklar, L. S., and W. E. Dietrich: “A mechanistic model for river incision into bedrock by saltating bed load”, *Water Resour. Res.*, 40, 2004.
- 9) Wohl, E. E. :” Bedrock channel incision along Piccaninny Creek, Australia”. *Journal of Geology*, 101, 749-761, 1993.
- 10)Whipple, K. X., Hancock, G. S. and Anderson, R. S. “River incision into bedrock: Mechanics and relative efficacy of plucking, abrasion, and cavitation”, *Geological Society of America Bulletin*, 112, 490-503, 2000.
- 11)及川森, 岩崎理樹, 山口市美, 清水康行, 木村一郎:「流砂の摩耗作用による岩盤侵食に関する実験的検討と数値シミュレーション」, 水工学論文集, 第55巻, pp751-756, 2011.2.
- 12)井上卓也, 泉典洋, 米元光明, 旭一岳:「軟岩上の限界掃流力と軟岩の洗掘速度に関する実験」, 河川技術論文集, 第17巻, pp.77-82, 2011.
- 13)Sklar, L. S. and Dietrich, W. E. : “Sediment and rock strength controls on river incision into bedrock”, *Geology*, 29, 1087-1090, 2001.

STUDY CONCERNING PROCESS OF THE EROSION OF BEDROCK AND THE EFFECT OF RIVER STRUCTURES

Budgeted : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : River Engineering Research Team

Author : HIRAI Yasuyuki

MURAKAMI Yasuhiro

SHIMADA Tomonori

ABE Takaaki

KAZUMATA Mitsugu

MARUYAMA Masahiro

SHIBUYA Sunao

YASUDA Yuichi

INAGAKI Tatsuhiko

The final purpose of this study is to discover the mechanism of collapse and erosion of bedrock within areas with severe winters, and identify the effect of river structures installed on the bedrock. For the purpose of this report, we ascertained the distribution of bedrock within Hokkaido and the subject pertinent to river control, and considered the process of erosion based upon existing literatures, and implemented an experiment to examine the strength of bedrock and the quantity of erosion as well as the stability of the block foot protection. As a result of this, it was confirmed that the quantity of erosion strongly and negatively correlates with tensile force. We also proposed an approach that enables us to estimate the quantity of erosion on a summary basis at the local level. In addition, we successfully collected basic materials to evaluate the stability of the block foot protection of bedrock.

Keywords: bedrock, decline of riverbed, erosion mechanism, block foot protection.