

# 2014 技術レポート



技 和光技研株式会社

# 目 次

■ 巻頭言 .....	01
代表取締役社長 細川 康司	
■ 技術レポート	
市町村管理橋梁の長寿命化対策で想定される問題点と 新たな点検診断手法の試み .....	02
技術部 道路・構造課 長坂 秀一 道路・構造課 長谷川 直久	
自動開閉樋門設計における二つの要点 .....	06
技術部 水工課 長東 亮平 水工課 北村 明	
土のうによるニホンザリガニの一時的隠れ場としての効果 .....	08
技術部 環境計画課 鈴木 雅人 環境計画課 本間 英敏	
河川シミュレーションソフトiRICを用いた実河川への適用事例 .....	12
技術部 河川砂防課 水落 彰宏 河川砂防課 楠 馨	
地盤定数の設定法が異なる火山灰質土長大法面の すべり安定性について .....	16
技術部 防災地質課 加藤 貴文 防災地質課 宿田 浩司	
コラム 「小学生にもわかる!? FEMのはなし」 .....	18
技術部 水工課 北村 明	
■ 編集後記 .....	20

## 巻 頭 言

代表取締役社長

細川 康司

技術士（建設部門  
総合技術監理部門）

MBA（経営管理修士）



平素より、弊社をご支援ご協力いただき、ありがとうございます。

おかげさまで弊社は、本年7月をもちまして創立50周年を迎えることが出来ました。昭和39（1964）年の設立当初は、主に測量業務を行っておりましたが、その後、建設コンサルタント部門を新設し、社是である『信ずるに足る自己を養え』を胸に、時代の変遷とともに北海道に根ざした総合建設コンサルタントとして歩んでくることが出来ました。

建設コンサルタントには、品質の確保と向上、人材の確保と育成、経営基盤の安定化、技術開発、魅力ある執務環境の創造など課題が山積しております。これからの50年に向けて社員一同ひとつひとつ着実に取り組んでいく所存です。

その一環として、弊社では毎年、技術発表会を実施しております。昨年よりその一部を技術レポートとして取りまとめ、皆さまにご覧いただいております。今年も「2014技術レポート」としてまとめましたので、お手すきの際にでもご一読いただければ幸いに存じます。

これからも、末永くお客様に信頼される建設コンサルタントとして、技術力向上を目指して努力を続けていく所存ですので、関係各位におかれましては、今後ともご指導ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

# 市町村管理橋梁の長寿命化 対策で想定される問題点と 新たな点検診断手法の試み

REPORT

技術部 道路・構造課



長坂 秀一  
(RCCM:鋼構造及びコンクリート)



長谷川 直久  
(技術士:建設部門)

## 概要

道内の各市町村では、北海道開発局や北海道と同様にすべての管理橋梁に対して、「長寿命化修繕計画」を策定し、従来の事後保全的な維持管理から、計画に基づいた予防保全的な維持管理への転換を進めている。

本稿では、市町村の長寿命化対策の補修工事における問題点を示すとともに、これら問題点を解決する一手法として、弊社も研究会に参加している新たな点検診断法(札建協法)を用いて構造性能を数値化した事例を紹介する。

**キーワード** 長寿命化、ライフサイクルコスト低減、構造性能による評価、維持管理、橋梁点検

## 1.はじめに

人口の減少などにより税収が伸び悩む中、高度経済成長期に建設された多くの既存橋梁が高齢化し、維持管理費が増大している。今後は、ライフサイクルコストを抑え、限られた財源でいかに効率よく維持管理をしていくかが課題となる。こうした状況から、国土交通省では、平成19年度に橋を対象とした、「長寿命化修繕計画策定事業費補助制度」を創設し、従来の対症療法的な維持管理方法である「事後保全」から、損傷が進む前にこまめに補修する「予防保全」への転換を促した。道内の札幌市を除く市町村の多くは、この補助制度の策定期限である平成25年度に橋梁長寿命化修繕計画を公表、平成26年度より計画に基づいた長寿命化対策を進めている。

## 2.補修工事の現状と問題点

今年度より本格的に補修工事が進められているが、既に実施された橋梁補修工事において実際に発生した解決が図られるべき問題を紹介する。

### (1)ひび割れ注入工法で生じた大きな設計変更

写真-1は、コンクリート橋の床板に発生したひび割れをひび割れ注入工法によって補修している状況である。ひび割れに沿ってシーリング材を塗布し、専用の注入器具を等間隔に設置してエポキシ樹脂などの注入材を低圧かつ低速で注入している。当該橋梁は、RC橋であるため元々細かなひび割れが多く発生していたものの、弊社が補修が必要と判断した設計数量と施工者が確認した工事数量に倍近い開きが生じることとなった。

補修工事は、既存構造物を相手に行うものであるから、何らかの数量変更(例えば、防護柵や伸縮装置の交換において総延長が既往図面と違ってくるなど)はある程度発生する。しかし、ひび割れの補修延長が設計と施工で大きく違ってくることは、財源の確保が難しい市町村にとって影響が大きい。

市町村の規模や財政状況にもよるが、このような場合には、複数年施工への切り替えや、予定していた他の事業を止めて設計変更に対応するなどの措置が必要になることも考えられる。



写真-1 ひび割れ注入工法

### (2)問題発生の原因

写真-2は、コンクリートのひび割れ補修工事前の調査状況である。補修工事では必ず事前に現地実測を行い、設計時に補修が必要と判断されたひび割れの数量を再確認している。ひび割れ幅は、一般的にクラックスケールを用いて測定する。写真-3に示したひび割れは、幅0.15mmと判定している。現行では、ひび割れ幅が0.20mm以上のものを補修対象としていることが多いため<sup>1)</sup>、

この0.15mmのひび割れは補修の対象外となる。写真で見てもわかるとおり、補修対象外の0.15mmと補修対象となる0.20mmの違いは僅かである。人が判断する以上、設計数量と施工数量に大きな差異が生じる可能性があるが、根本的な原因は、ひび割れの発生位置を考慮せずに、ひび割れ幅だけに着目して補修の可否を判断しているところである。



写真-2 施工前のひび割れ調査状況

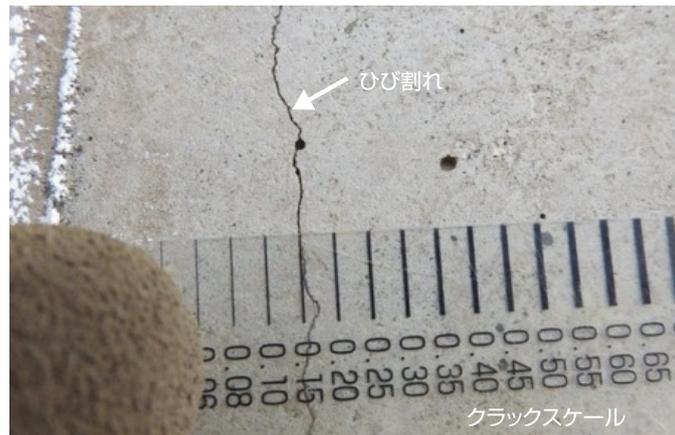


写真-3 ひび割れ幅の測定

### 3. 新たな点検診断手法である「札建協法」の概要

RC構造物は、ある程度のひび割れは設計段階で想定されており、発生するすべてのひび割れが構造性能に影響を及ぼすとは限らない。そこで、従来のひび割れ幅のみに着目した「材料劣化」による評価から、コンクリート構造物の損傷状態が、設計時の性能を満足しているか否かに着目した「構造性能」による評価によって補修の有無を判断する診断手法(以下、札建協法)が、「(一社)札幌建設業協会 橋梁の点検・補修に係る研究会」より平成26年3月に提案された<sup>2)</sup>。

札建協法では、以下の3点に着目し、既存構造物に発生した損傷を評価している。

- ①設計で想定された場所の損傷であるか
- ②力学挙動に影響を及ぼす損傷であるか
- ③ひび割れ幅などの損傷のグレード

これらを損傷パターンごとに取りまとめられた「構造性能インパクト関連表」を用いて評価する(表-1)。この表に書かれている数字は、構造性能ポイント(*Index for Structural Performance*) (以下、ISP)と呼び、道路橋示方書やコンクリート標準示方書等により要求された性能に対するグレードを示している。

レベル1: 構造性能を満足する状態

レベル2: 構造性能を満足しない可能性がある状態

レベル3: 構造性能を満足しない状態

札建協法は、ISPを集計して定量的な評価ができるとともに、該当する損傷がどの要求性能に影響を与えているのかなど、「構造性能」で評価する診断手法である。

表-1 構造性能インパクト関連表の例

材料損傷のグレード $f$ (m)	材料損傷を考慮した構造性能のグレード $f$ (m, s)				
	使用性		安全性		
	外観	走行性	断面破壊 常時	地震時	疲労 破壊
1. 損傷なし	1	1	1	—	1
2. $w = 0.0 \sim 0.3$ mm	1	1	3	—	2
3. $w = 0.3 \sim 0.5$ mm	2	2	3	—	2

RC桁: 設計時に損傷が想定された部位~橋軸直角方向のひび割れ(支間中央部近傍)

なお、構造性能インパクト関連表は、上部工、下部工、付属物、その他に区分されており、部材単位で定量評価が出来るのに加え、すべての部材のISPを集計することによって、橋梁単位の定量評価も可能となる。

## 4. 従来基準による評価と札建協法による評価の比較

### (1) 従来基準「材料劣化」による評価

表-2は、北海道<sup>3)</sup>と市町村<sup>4)</sup>の点検基準における健全度評価を示したものである。どちらも5段階の半定量評価となっている。一般的には、評価I、II、e、dを補修・補強の対象に、IIIおよびc以降を経過観察対応とすることが多い。図-1はPCT桁橋を例にして従来基準(ここでは北海道基準)で評価したものである。ひび割れ幅や損傷が現れている範囲など、「材料劣化」で評価している。A橋では、広範囲に及ぶエフロレンス(①)や0.20mmの幅のひび割れ(②)が判定区分IIと評価されるのに対し、A橋およびB橋に発生している幅0.2mm未満のひび割れ(③④⑤⑥)は、判定区分IIIとなる。A橋とB橋に補修の優先順位をつけた場合、通常は判定区分IIがあるA橋の方が、優先順位が高いという判断になる。

表-2 部材の健全度評価判定区分

北海道	市町村	一般的状況	
I	e	損傷が著しく、交通安全確保の支障となる恐れがある	補修・補強
II	d	損傷が大きく、詳細調査を実施し補修・補強の要否の検討を行う必要がある	
III	c	損傷が認められ、追跡調査を行う必要がある	
IV	b	損傷が認められ、その程度を記録する必要がある	経過観察
OK	a	点検の結果から、損傷は認められない	

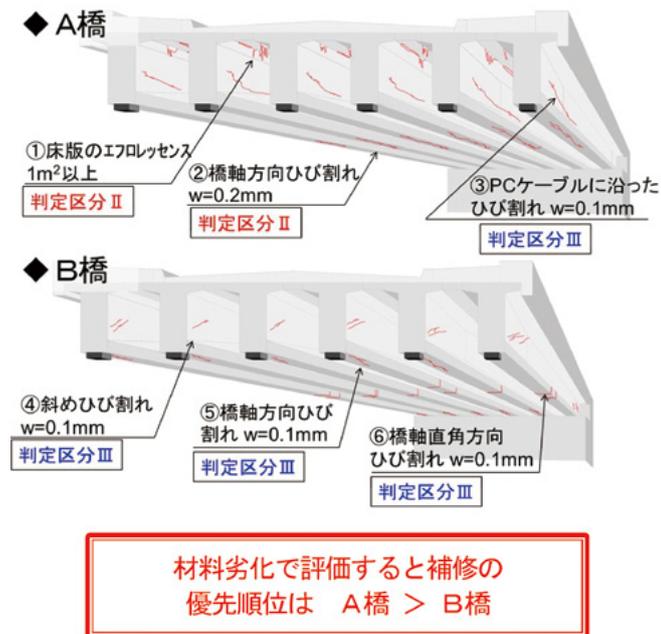


図-1 従来基準による評価

### (2) 札建協法「構造性能」による評価

同じ例で札建協法により評価したものを図-2に、A橋のISPの内訳を示したものを表-3に、B橋のものを表-4に示す。従来基準で判定区分IIと評価されたエフロレンス(①)や0.20mmの幅のひび割れ(②)はISPが9点であったのに対し、他の損傷(③④⑤⑥)はいずれもISPが9点以上となった。各損傷のISPを合計すると、A橋が28点、B橋が34点となり、前項と同様、補修の優先順位をつけた場合には、B橋の方が優先順位が高いという従来基準とは全く逆の結果となった。特に、B橋に発生している斜めひび割れ(④)および橋軸直角方向ひび割れ(⑥)は、表-4に示すとおり、常時の断面破壊および利用者の安全性に対する性能がレベル3(構造性能を満足しない状態)であり、早急に対策を講じたほうが良い損傷となる。なお、④、⑥の損傷は、構造性能を満足していない状態であることから、劣化速度の抑制を目的とする、ひび割れ補修では全く効果がなく、他の対策が必要となる。

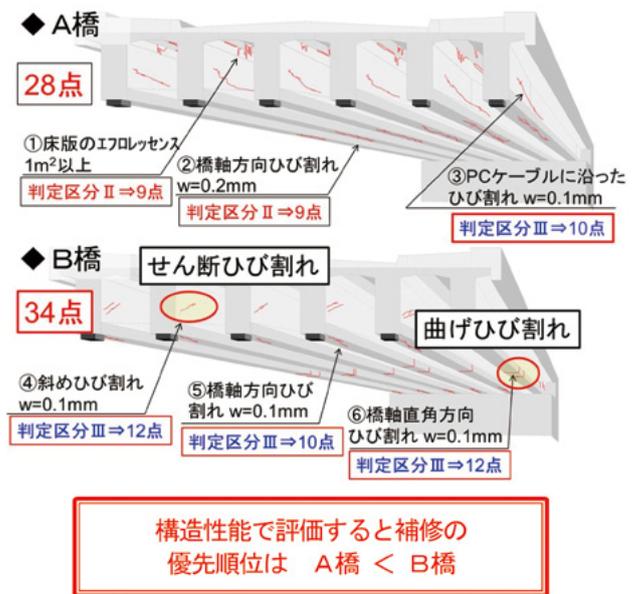


図-2 札建協法による評価

表-3 A橋の構造性能インパクト関連表

材料損傷のグレード f(m)	材料損傷を考慮した構造性能のグレードf(m.s)							合計	
	使用性		安全性						
	外観	走行性	断面破壊 常時	断面破壊 地震時	疲労破壊	構造物の安定	公衆災害 (第三者)		利用者
①エフロレンス	1	1	2	-	1	-	2	2	9
②橋軸方向ひび割れ	1	1	1	-	2	-	2	2	9
③PC鋼材に沿ったひび割れ	2	1	2	-	1	-	2	2	10

A橋合計 28

表-4 B橋の構造性能インパクト関連表

材料損傷 のグレード f(m)	材料損傷を考慮した構造性能のグレードf(m,s)								合計
	使用性		安全性						
	外観	走行性	断面破壊 常時	地震 時	疲労 破壊	構造 物の 安定	公衆 災害 (第三者)	利用 者	
④斜めひび割れ	1	1	3	—	2	—	2	3	12
⑤橋軸方向 ひび割れ	1	1	2	—	2	—	2	2	10
⑥橋軸直角方向 ひび割れ	1	1	3	—	2	—	2	3	12

B橋合計 34

以上、「構造性能」の評価は「材料劣化」の評価に比べて、以下のような効果が期待できる。

- ①補修の可否を構造性能により判断するので、対象の損傷が、すぐに直さなければならぬものか、直す必要がないものかを容易に判断することができる。もしも、施工時に新たなひび割れが確認されたとしても、設計数量を大幅に上回る工事数量の変更は少なくなることが期待できる。
- ②ISPによって定量評価が可能となるため、対策の優先順位がつけやすい。また、各部材の評価点を集計することによって橋梁全体の評価が可能となり、補修対象となる橋梁の優先順位を検討する際の判断材料となる。

上記の効果に加えて、札建協法では、図-3に示すように、橋梁の供用年数を横軸にとってISPをプロットすることで対象部材の劣化曲線を求めることができる。データ数が多くなればなるほど精度の高い現状把握と将来予測が可能となり、経過観察により維持管理という判断をする橋梁も増え、ライフサイクルコストの削減につながる。

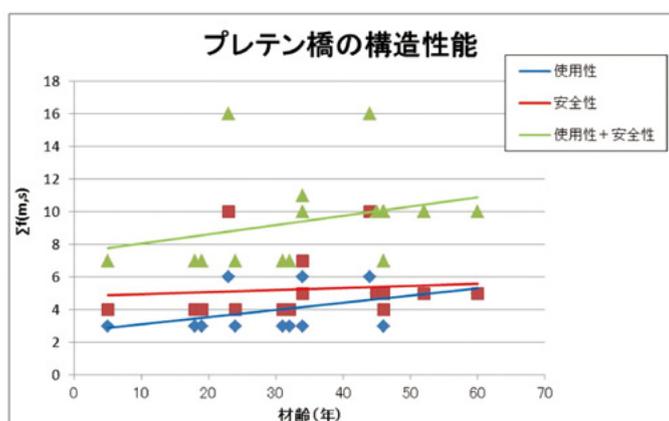


図-3 供用年数によるISPの変化(プレテン橋の例)

## 5.おわりに

国土交通省は、平成26年7月1日から5年に1回の頻度で近接目視による点検を行うことを省令により義務付けた。これにより、地方自治体の財政面での負担がますます増加することが予想される。構造性能による評価は、管理橋梁が多く、財政的な余裕がない市町村にとって、効率的な維持管理を可能とする有効な診断手法である。

ただし、このような考えは極めて新しく、現段階においては、橋梁ストックを札建協法単独で診断することは難しい。弊社では、従来基準をベースとしつつも札建協法の考えも考慮しながら、対象橋梁に最適な長寿命化対策を提案することを心がけるとともに、今後も社員自らの技術力の維持、向上に努め、橋梁ストックの維持管理に貢献していきたいと考えている。

### 参考文献

- 1) (公社)日本コンクリート工学会:コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針, 2013
- 2) (一社)札幌建設業協会:簡易な点検に基づく既設橋梁の構造性能判定法の提案～材料の維持管理から構造物の維持管理への点検へ向けて～, 平成26年3月
- 3) 北海道建設部:橋梁管理・維持管理要領, 平成25年5月
- 4) 国土交通省 国土技術政策総合研究所:道路橋に関する基礎データ収集要領(案), 平成19年5月

# 自動開閉樋門設計 における二つの要点

REPORT

技術部 水工課



長東 亮平

(RCCM：河川、砂防及び海岸・海洋)



北村 明

(技術士：建設部門)

## 概要

従来、樋門のゲートは操作の確実性に優れている引上げ式のローラーゲート、または小規模断面の場合は引上げ式のスライドゲートが標準形式とされてきた。しかし、操作員の高齢化や後継者不足の問題に加え、操作員の安全確保の観点から、ゲート開閉操作の自動化が進められているところである。北海道では、自動開閉樋門の考え方を自動開閉樋門設計要領(案)として取りまとめ、平成25年8月の河川事業設計要領の改訂とともに運用が開始された。

本稿は、自動開閉樋門設計の初期段階で直面する二つの要点(問題点)について述べる。

**キーワード** 自動開閉樋門、樋門操作、不完全閉塞、内外水位差

## 1. はじめに

樋門のゲートには、確実に開閉ができ、十分な水密性を有する構造とすることが求められることから、従来、操作の確実性に優れている「引上げ式樋門」(ローラーゲート、またはスライドゲート)が多くの場合採用されてきた。しかし、引上げ式樋門は人為的な操作を要するものであり、ゲート操作員の高齢化や後継者不足が問題となっている。さらに、東日本大震災では、ゲート開閉操作に向かった操作員が津波に流され、尊い命が失われた。これらのことから、操作員の安全を確保するとともに、迅速かつ確実に樋門ゲートの開閉操作が行われるように、ゲート開閉操作の自動化が進められているところである。

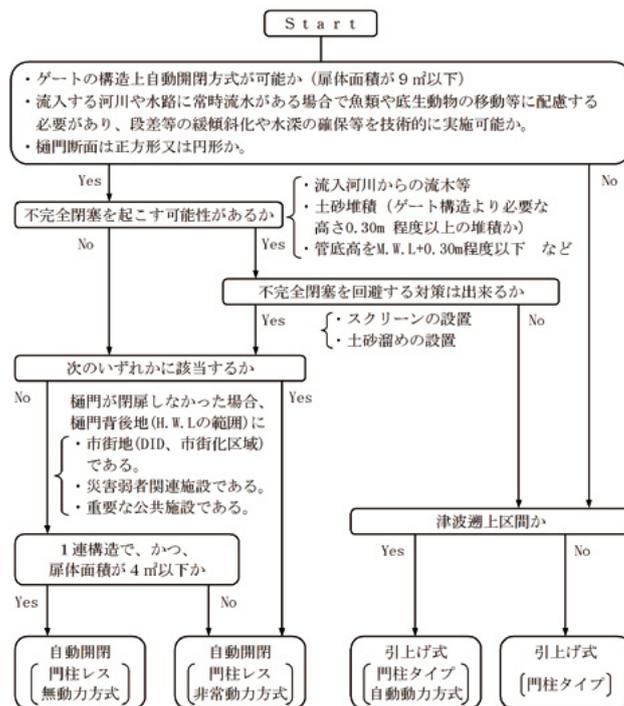
北海道では、小さな内外水位差で確実に開閉し、人為的操作を必要としないバランスウエイトを有する自由振動タイプのゲートを「自動開閉樋門」と呼称し、平成25年8月の河川事業設計要領の改訂とともに設計及び施工運用が開始された。そこで、自動開閉樋門設計の初期段階で直面する二つの要点(問題点)について述べる。



図-1 引き上げ式樋門(左)と自動開閉樋門(右)

## 2. 【要点①】“不完全閉塞を起こす可能性”の解釈

図-2に自動開閉樋門設計要領(案)における、「自動開閉樋門」の適用選定フロー図を示す。



※全てのゲート形式で不完全閉塞時に対応し、角落としを付加する。

図-2 自動開閉樋門の選定フロー図

このフロー内の2番目の分岐である“不完全閉塞を起こす可能性があるか”および3番目の分岐“不完全閉塞を回避する対策は出来るか”の連続照査ルートが示すとおり、自動開閉樋門の適用性は、ゲートの不完全閉塞を起こす可能性の有無によって決定付けられる。

しかし、不完全閉塞を起こす可能性があるかについて、具体的にその判断を成すのは意外と困難である。フロー内にはその判断

補助としていくつかの補記があるが、当社ではゲートの不完全閉塞を防ぐために、「土砂堆積高の影響を受けない管底高」かつ「M.W.L+30cm程度以上の管底高」の確保を十分条件として自動開閉樋門の適用判定を行なっている。

ここで、土砂堆積高の評価方法は現在のところ定まっていないため、現地踏査による概測（堆積高の簡易測量や目視による痕跡の調査）を用いる（図-3）。土砂堆積（流動）が土砂溜めの設置によって回避できる程度の場合は、呑口（川裏）翼壁の敷高を下げる（50cm程度以上）ことで“対策可能”と判断する。



図-3 川表側土砂堆積

なお、吐口（川表）側に土砂堆積の痕跡が認められた場合は、「設置位置を見直す」「河道線形を改良する」といった抜本的対策が必要であり、止むを得ずそのような場所に樋門を設置する場合は、“対策不可能”すなわち「引き上げ式樋門」の適用を提案する。

### 3.【要点②】“自動閉扉水位”への理解

#### (1) 樋門操作要領

従来の樋門では、樋門毎に「樋門操作要領」が策定されている。これは、洪水が発生した時のゲートの閉扉（開扉）操作を行う水位を定めたものであり、「外水位が上昇し逆流を開始した時点で樋門を閉扉し、外水位が内水位より下がった場合に開扉する。」という基本原則に則っている。

では、ある樋門を自動開閉樋門へと改築した時に、従来の樋門操作要領を変更する必要があるのか無いのか。このことは、治水の根幹に関わる要点である。

#### (2) 自動開閉樋門のメカニズム

自動開閉樋門（ゲート）の上部にはバランスウェイト（重り）が付いており、扉体中央部にはフロート（浮き）が付いている（図-4）。回転軸でバランスを取っており、水につかっていると、数百kgのゲートを片手で持ち上げることが可能である。

従って、内水が排除されている段階（図-5(1)）ではゲートが水に押されて大きく開き、外水が内水よりもわずかも上昇すると、扉体に水圧がかかり密閉される（図-5(2)）。

このメカニズムは、樋門操作要領の基本原則そのものを表しているように思える。図-6に自動開閉ゲートの開閉状況を実測したグラフを示す。結果、「外水位が逆流を開始した時点で閉扉、外

水位が内水位より下がった場合に開扉」することが証明された。

以上のことから、「樋門を自動開閉化しても従来の操作規則（水位条件）を変える必要は無い」との理解を得ることが出来る。

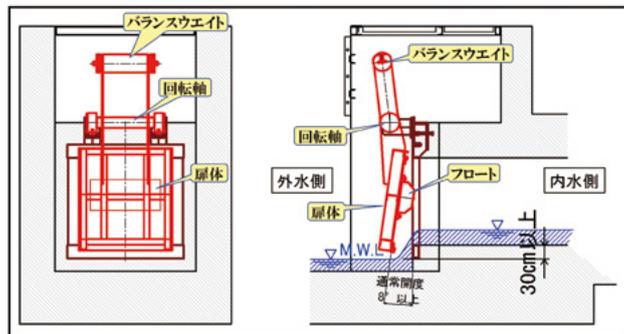


図-4 自動開閉ゲートの構造

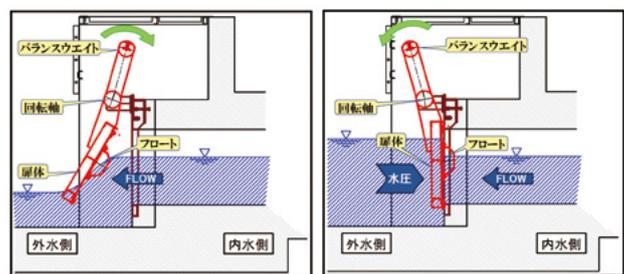


図-5(1) 内水排除時

図-5(2) 逆流防止時

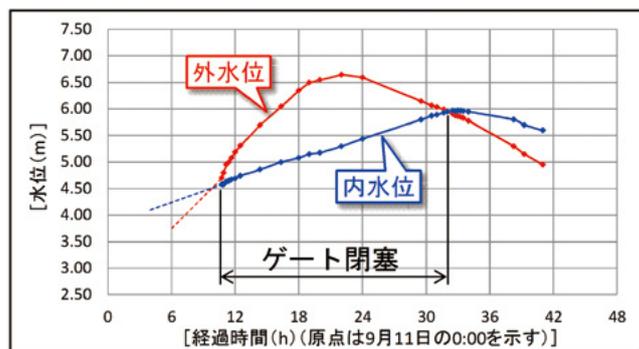


図-6 自動開閉ゲートの閉塞時間（実測データ）

### 4. おわりに

樋門自動化を推進する新しい設計方法は、平成25年8月より北海道の新設計要領として運用が開始された。本稿では、新要領の運用において、当社が経験した疑問点の解釈や、解明の要点を紹介した。

当社では、自動開閉樋門設計の専門チームを早くから立ち上げ、適用性の検証からコスト面の提案、レベル2地震動に対応した詳細設計までを複数基行っている。この過程で得られた知見や問題点の解決策などについて、積極的な発信を心掛けているところである。

参考文献 1) 自動開閉樋門設計要領（案）

北海道建設部 土木局河川課 平成24年

# 土のうによる ニホンザリガニの一時的 隠れ場としての効果

REPORT

技術部 環境計画課



鈴木 雅人  
(技術士：建設部門)



本間 英敏  
(技術士：建設部門)

## 概要

ニホンザリガニ(*Cambaroides japonicus*)は、河川源流部のような小さな流れの中では、巣穴や倒木、礫下などのカバーに潜んで生活する特徴がある。近年では、道路や河川などの開発事業によって、生息地や個体数が減少していることから、絶滅危惧Ⅱ類(VU)に指定されている(環境省、2012)。このため、本種の保全対策として個体群の移殖が実施されている。ただし、移殖する個体数が多いと隠れ場となるカバーが不足する可能性があるため、新たにカバーを造成する必要があると考えられる。しかし、カバーの造成が本種の保全対策として有効であるかは明らかになっていない。そこで、ニホンザリガニの移殖先にカバーを造成し、その効果と利用状況について考察した。

**キーワード** ニホンザリガニ, 保全対策, 造成, カバー, 成熟個体, 個体群, 土のう

## 1.はじめに

ニホンザリガニ(*Cambaroides japonicus*)は、北海道と青森県全域、岩手県と秋田県の北部に分布する日本固有種である(写真-1)。本種が生息する場所は、湖沼を除くと通常は河川源流部であり、自然状態では溪畔林あるいは河畔林に覆われている(布川、2010)。水温については、夏季でも20℃以下で推移する冷涼な環境が好まれている(Nakata *et al.*, 2002)。また、河川源流部のような小さな流れの中では、巣穴や倒木、礫下などのカバーに潜んで生活することが知られている(写真-2)。近年では、道路や河川などの開発事業により、生息地が減少している。さらに外来種の分布拡大などにより、個体数が減少していることから、絶滅危惧Ⅱ類(VU)に指定されている(環境省、2012)。

このため、開発行為に際し保全対策として個体群の移殖が主に実施されている。移殖先は本種の生息可能な場所が選ばれるが、移殖する個体数が多いと隠れ場となるカバーが不足する可能性がある。特に、活動期の夏季では礫下のカバーを利用しているため、カバーが不足している場合は、新たに造成する必要があると考えられる。

しかし、カバーの造成が本種の保全対策として有効であるか詳しいことは明らかになっていない。そこで、本研究では活動期となる夏季に、ニホンザリガニの移殖先にカバーを造成し、その効果と利用状況について考察することとした。カバーには現地での調達が可能であることや、すぐに流出しない重量が確保できる点などから土のうを用いた。



写真-1 ニホンザリガニの成熟個体



写真-2 礫下に隠れるニホンザリガニ

## 2. 方法

### (1) 調査地概要

調査地は北海道札幌市内の小溪流で、流域面積0.07 km<sup>2</sup>、溪床勾配1/11、水面幅0.5~1.0 m、水深0.03~0.05 m、流速0.05~0.20 m/s である(写真-3)。底質は砂礫(2~32 mm)で構成されており、約10 cmの礫が点在する(写真-4)。溪畔林にはエゾイタヤ(*Acer pictum f. mono*)やトチノキ(*Aesculus turbinata*)などの落葉広葉樹が繁茂している。また、本調査地の夏季水温は20℃未満で、冬季水温は2.0~4.0℃で凍結しないため、本種の生息に適した条件となっている。

### (2) 実験方法

土のうによるカバの効果を把握するため、本種の生息が確認されている区間で実験を行った。実験では、土のうを設置した処理区、設置していない未処理区および自然状態の対照区の3区を設けた。処理区と未処理区は調査対象区間(延長100m)に、対照区はこれらの影響を受けない上流側に設置した。各区ではそれぞれ1m×1mのコードラートを5つずつ配置した(N=5)。調査前の諸条件を揃えるため、対照区以外のコードラート内では、一度礫を取り除いた後に10~15 cm程の礫5個を配置し、処理区のコードラートではこれに加えて土のうを4つ配置した(図-1)。土のうには現地土砂を入れ、1個あたり約30cm径となる大きさとした。各区の設置が終了した時点で、コードラート内に5個体ずつ放流した。なお、各区はランダムに配置した。

調査時期は、平成25年6月27~28日にコードラートを設置し、約1ヶ月後の7月29日に各区の個体数と個体ごとの胸甲頭長(CL)を計測した。

### (3) 統計解析

各結果については、以下のとおり解析を行った。各区の個体数の変化では、各コードラートの個体数を変量として、実験区と実験時期を要因とした二元配置分散分析を行った。また、カバータイプ別の個体数の変化では、カバータイプを要因とした一元配置分散分析を行った。いずれも事後比較はTukey法を用いた。



写真-3 調査地の流況



写真-4 調査地の河床状況

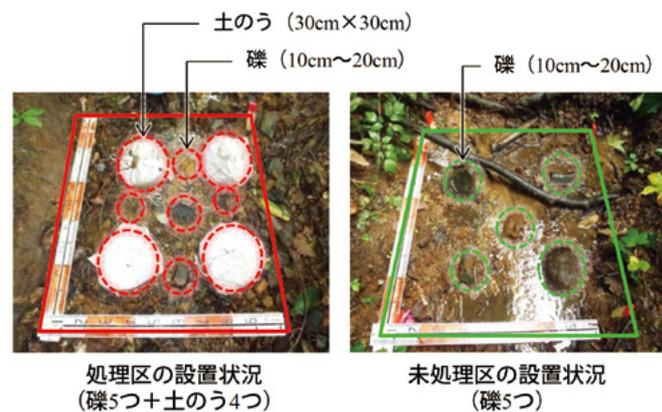


図-1 コドラートの設置状況

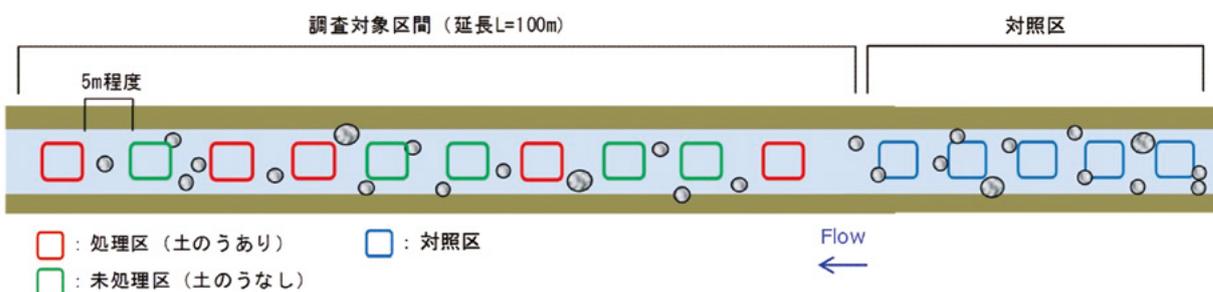


図-2 実験区の設定状況

### 3. 結果

各実験区における実験開始時と実験終了時の平均個体数を図-3に示す。実験開始時の個体数は、処理区および未処理区で5個体、対照区で4.8個体であった。一方で、実験終了時の平均個体数は、未処理区で6.2個体、処理区では14.2個体、対照区では6.0個体であった。これらより、実験区による違い( $F = 9.734, P < 0.05$ )、実験時期による違い( $F = 19.445, P < 0.05$ )、さらに交互作用による違い全てで有意な差が認められた( $F = 9.249, P < 0.05$ )。また、Tukeyの事後比較の結果、処理区における実験終了時の個体数に大幅な増加が認められた( $P < 0.05$ )。

各コドラート内に設置したカバータイプ別の平均個体数を図-4に示す。礫(未処理区)( $N=25$ )は1.24個体、礫(処理区)( $N=25$ )は0.80個体、土のう(処理区)( $N=20$ )は2.55個体であった。礫よりも土のうを利用する個体数が有意に多かった( $P < 0.05$ )。

また、本種の成熟サイズは頭胸甲長(CL)が18 mm以上である。そこで、各カバータイプ別に成熟個体と未成熟個体に分けた個体数を図-5に示す。成熟個体に着目すると、処理区の礫では確認がなく、未処理区の礫には2個体(6%)、処理区の土のうには11個体(22%)を確認した。

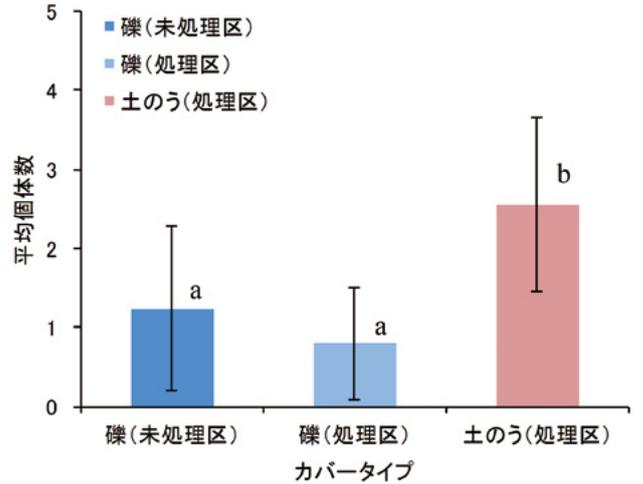


図-4 カバータイプ別の平均個体数

エラーバーは標準誤差を示す。グラフ上の文字は、事後比較による差を示している。土のう(処理区)のデータが他と異なる差が示されていることから、土のうの個体数が最も多い結果となった。未処理区および処理区の礫では差が得られていない。

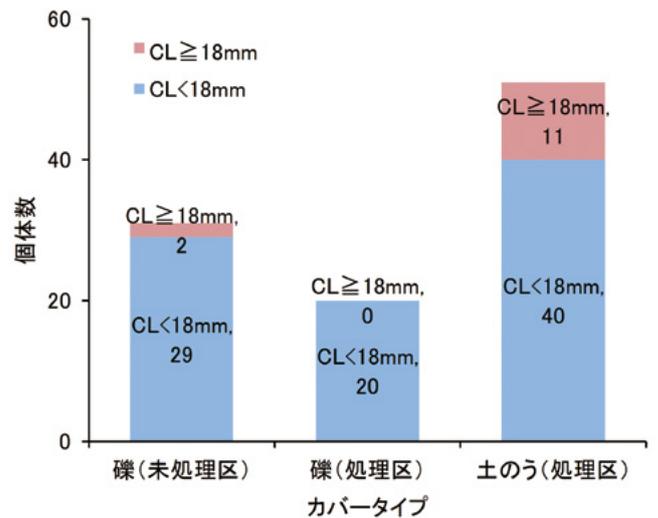


図-5 カバータイプ別の成熟個体数

各カバータイプ別で確認した個体について、頭胸甲長(CL)が18mm以上の個体を成熟個体として区分した。成熟個体数は、土のう(処理区)下が最も多かった。

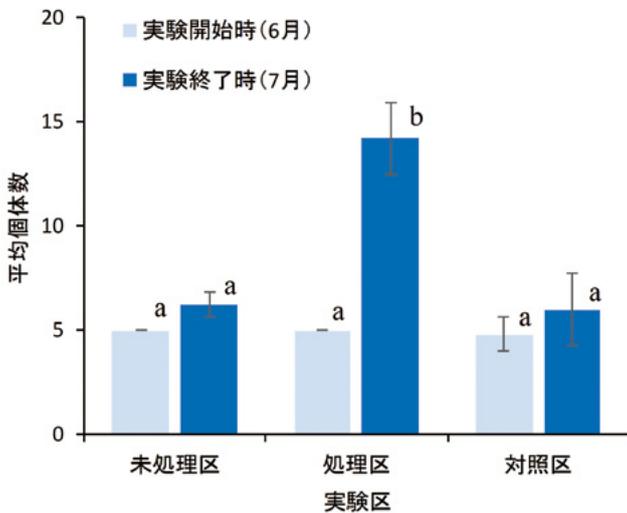


図-3 実験区における平均個体数

エラーバーは標準誤差を示す。グラフ上の文字は、事後比較による差を示している。実験終了時(7月)の処理区のデータが他と異なる差が示されていることから、土のうを設置した処理区の個体数が最も多い結果となった。未処理区および対照区における実験前後での平均個体数に有意な差はなかった。

## 4. 考察

実験の結果、礫よりも土のう下の個体数が多かった。別種のザリガニの研究では、捕食者から回避するために広い面積が必要とされている(Stein *et al.*, 1976)。また、出水等から身を守るため、安定した隠れ場の必要性が示されている(Parkyn and Collier, 2004)。土のうは礫に比べて面積が広く、また流出や変形が見られなかったことから、安定していたと考えられる(写真-5、6)。このことから、土のうによるカバーが礫よりも隠れ場として適当であると認識された可能性がある。また、サイズが大きな個体ほど大きなカバーを必要とすることから(鈴木・布川、未発表)、成熟個体は優先的に土のうを選択したと考えられる。

本調査の結果から、土のうにより造成したカバーが夏季のニホンザリガニの生息地として有効であることが明らかになった。



写真-5 設置した土のうの状況

土のう自体の損傷はなく、形状も変形していない。流出も確認されていないことから、流水に対する安定性は確保されていたと考えられる。



写真-6 土のう下の状況

土のう下のくぼみにニホンザリガニの個体を確認した。

## 本件に関する学会発表

1) 鈴木雅人・本間英敏・中原修(和光技研株式会社)・布川雅典(北海道大学大学院)・川井唯史(稚内水産試験場)、「土のうによるニホンザリガニの一時的隠れ場としての効果」日本甲殻類学会第51回大会、2013年12月

2) 鈴木雅人(和光技研株式会社)・布川雅典(北海道大学大学院)・本間英敏・中原修(和光技研株式会社)、「夏季に造成したカバーがニホンザリガニ(*Cambaroides japonicus*)の個体数と個体サイズに与える影響：源流域における小さな自然再生」応用生態工学第18回大会、2014年9月

### 参考文献

布川雅典：『ザリガニの生物学（川井唯史・高畑雅一編）』，pp293-314，北海道大学出版会，(2010)。

Nakata, K., Hamano, T., Hayashi, K. and Kawai, T.: 『Lethal limits of high temperature for two crayfishes, the native species *Cambaroides japonicus* and the alien species *Pacifastacus leniusculus* in Japan』.

Fish. Sci., 68:763-767, (2002)

環境省自然保護局野生生物課：『第4次レッドリスト(その他無脊椎動物)』，(2012)。

Stein R.A. and Magnuson, J.J. 『Behavioral response of Crayfish to a Fish predator.』

Ecology, 57 (4) 751-761, (1976).

Stephanie M. Parkyn and Kevin J. Collier: 『Interaction of press and pulse disturbance on crayfish populations: flood impacts in pasture and forest streams』. Hydrobiologia 527: 113:124, (2004)。

# 河川シミュレーションソフト iRICを用いた 実河川への適用事例

REPORT

技術部 河川砂防課



水落 彰宏  
(RCCM: 河川、砂防及び海岸・海洋)



楠 馨  
(RCCM: 河川、砂防及び海岸・海洋)

## 概要

治水・利水・環境に係わる河川計画を策定する上で、将来的な河床変動を予測することは防災・環境の両面において重要である。

本稿では、「一般財団法人 北海道河川財団」が開発した無償の河川シミュレーションソフトiRIC(以下、iRICとする)を用いた、「水制工設置による効果の検証」や「河川改修後の河床形状の予測」、「測量成果を用いた数値計算の再現性」に関する検討事例について報告する。

**キーワード** シミュレーション、iRIC、二次元河床変動計算、水制工、瀬・淵の復元

## 1. はじめに

近年、道内の河川において、源流から河口までの土砂収支のバランスが崩れ河床低下が問題になっている河川や、1時間に100mmを超えるようなゲリラ豪雨が発生し、堤防からの越水による氾濫被害が発生する河川などが多く見られる。

治水・利水・環境に係わる河川計画を策定する上で、洪水時の水位予測、河道湾曲部や河川構造物周辺の河床変動予測、安定河道の設計などを目的として、河川の流れや河床変動計算等の数値シミュレーションを行うことは非常に重要である。

本稿では当課員が担当している河川を対象にしたiRICの適用事例について報告する。

## 2. iRICについて

iRIC(International River Interface Cooperative)は、「一般財団法人 北海道河川財団」が開発した無償の計算ソフトであり、これまでUSGS(アメリカ地質研究所)で開発してきたMD\_SWMSと(財)北海道河川防災研究センター(現、一般財団法人 北海道河川財団)で開発してきたRIC-Naysの機能を統合した河川の流れ・河床変動解析ソフトウェアである。

iRICでは、『計算データの読み込み → 計算モデルの作成 → 計算 → 計算結果の可視化』までをこのソフトひとつで行うことが可能である。

iRICでは表-1に示したような河川の流れの計算や河床変動計算、津波計算等が可能であり、大学や研究機関、コンサルタント等において、幅広く利用が進められている。

表-1 iRICに組み込まれている計算モデルの一例

ソルバー	可能な計算の内容
Nays2DH	河川の流れ、河床変動、河岸侵食の計算が可能
Nays2D Flood	氾濫流解析が可能
NaysCUBE	河川流、河床変動の三次元計算が可能
CERI1D	河川の1次元不定流計算のためのソルバーで、河川の流れ、河氷の変動、津波の遡上計算が可能
Mflow-02	非構造格子による非定常平面2次元流れと河床変動計算が可能
SRM	貯留関数モデルを用いた流出計算が可能
ELIMO	津波計算が可能

## 3. 実河川への適用事例について

本稿では実河川への適用事例として、A川(道南)、H川(道央)、S川(道央)の3事例について紹介する。

### 3-1. A川への適用事例

#### (1) 背景と目的

道南のA川は自然豊かな河川であり、鮎の友釣り体験教室や筏下り体験等が行われるような憩いの場としても利用されている。近年、河川の経年変化により、砂州の減少や淵の埋没が見られ、地元の人々から河川環境(瀬・淵)の回復を望む要望が寄せられた。

そのため、対策案として低水路内に水制工を設置し、水制工周辺の局所洗掘や土砂堆積を促すことにより、河道内に変化を与えることを提案した。

その際、水制工を設置することにより、「淵や砂州は形成されるか」、「対岸へ影響を与えないか」といったことが懸念されたため、二次元河床変動計算により確認を行った。

#### (2) 計算諸元とモデル

計算諸元は表-2、計算モデルは図-1に示すとおりである。

計算流量と計算時間は年1回、年最大流量430m<sup>3</sup>/sが1時間だけ流れるものとし、10時間通水した(10年後の河床形状を推定)。

また、高水敷は流水の影響により河床が変動しない「固定床」として扱うものとした。

表-2 A川の計算諸元

項目	諸元
メッシュサイズ(m)	5×5
流量(m <sup>3</sup> /s)	430
粗度係数	0.030(低水路), 0.045(高水敷)
河床材料(mm)	10

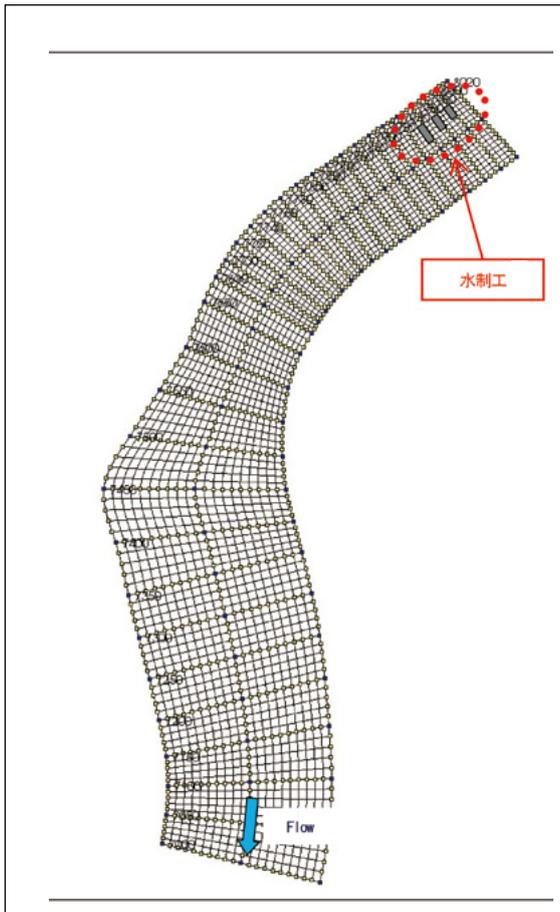


図-1 A川計算モデル図

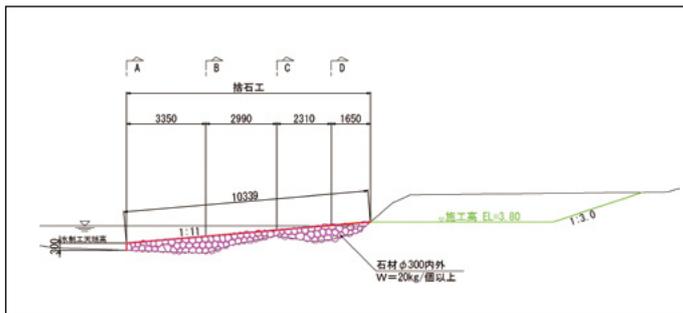


図-2 水制工側面図

### (3) 計算結果と考察

図-3は通水開始10時間後の河床変動量を示した図である。色が赤くなるほど堆積、青くなるほど洗掘を表しており、図中の黒丸は水の流れを可視化したものとなっている。

計算結果から分かるように、水制工の先端部では深さ2m程度の洗掘が生じており、淵が形成されているものの、その影響は局所的なものであり、対岸までは影響していない(対岸側の洗掘深は1m未満である)。また、水制工の下流には土砂が堆積しており、砂州が形成されている。

以上のことから、水制工を設置することにより淵や砂州の形成が期待できること、対岸側へ悪影響を及ぼす可能性は低いと考えられることから、地元団体からの要望を満足できる可能性が高いと判断した。

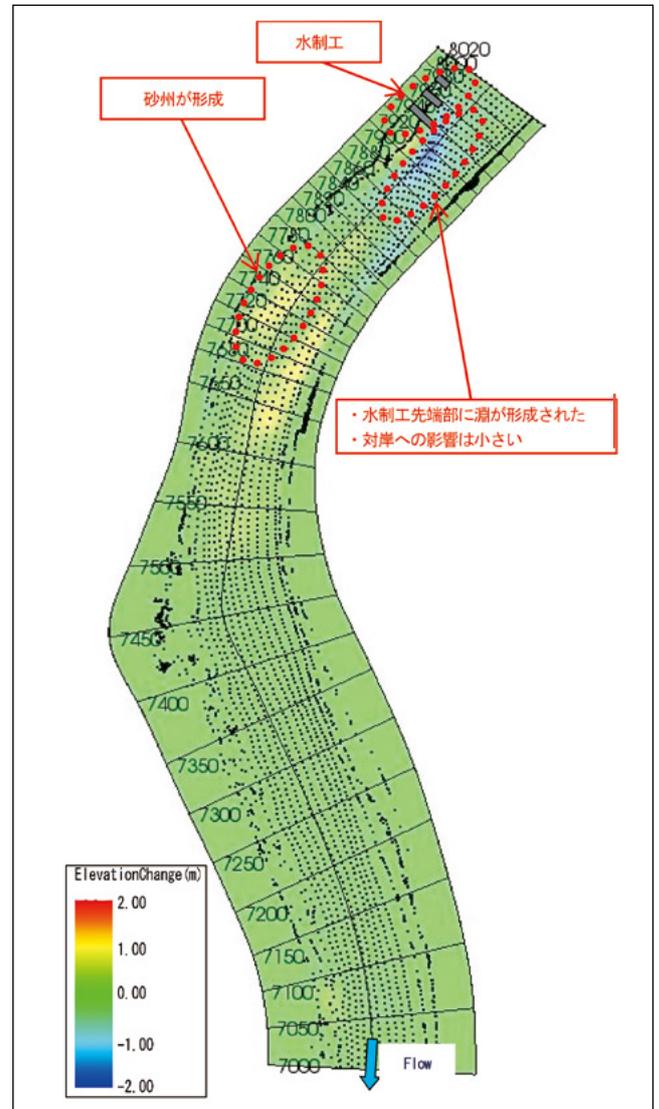


図-3 A川の計算結果(10時間後の河床変動量)

## 3-2. H川への適用事例

### (1) 背景と目的

計算地点を含む延長約2kmの区間では、河川改修工事実施前は河道内に瀬と淵が形成され、魚類の生息に適した良好な河川環境となっていた。しかし、用地等の制約の関係から、河床を掘り込む改修工事を行っており、工事後は瀬と淵が消失した区間となっている。

計算地点よりも下流の区間は、平成18年頃に同様の河川改修工事が行われているが、河川の「自然の回復力」により3年程度で瀬と淵が復元されている(写真-1を参照)。そこで、計算地点においても「自然の回復力」により瀬と淵が復元するかを二次元河床変動計算により検証を行った。



写真-1 改修後の回復状況(瀬の下流に淵が形成)・H21撮影

### (2) 計算諸元とモデル

計算諸元は表-3、計算モデルは図-4に示すとおりである。計算流量と計算時間は年1回、年最大流量194m<sup>3</sup>/sが1時間だけ流れるものとし、3時間通水した(3年後の河床形状を推定:計算地点よりも下流の区間は、概ね3年程度で瀬と淵が回復しているため)。

また、高水敷は「固定床」として扱うものとした(図-4の赤色部分が高水敷、青色部分が低水路を表している)。

表-3 H川の計算諸元

項目	諸元
メッシュサイズ(m)	2×2
流量(m <sup>3</sup> /s)	194
粗度係数	0.030
河床材料(mm)	33

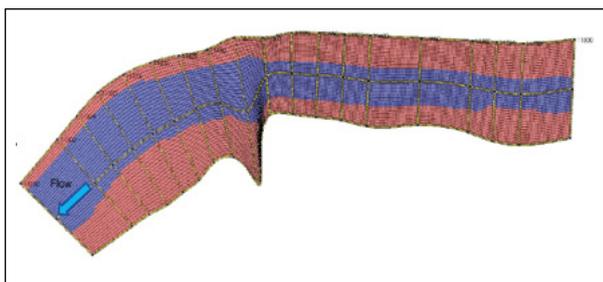


図-4 H川計算モデル図

### (3) 計算結果と考察

図-5は通水開始3時間後の河床変動量を示した図である。色が赤くなるほど堆積、青くなるほど洗掘を表している。

計算結果から分かるように、「自然の回復力」により水衝部では深さ1m程度の淵が形成され(図中の赤丸部分)、検討区間中央部では中州が形成されている。

なお、計算結果で中州が形成されている区間は約2年前に改修が行われた区間となっており、写真-2に示したように実河川においても中州が形成されつつあることが確認できる。

以上のことから、当該区間も下流区間と同様、「自然の回復力」により瀬や淵が回復する可能性が高いことが確認できた。ただし、計算から得られた瀬・淵の規模(深さや範囲)に関する実河川との整合性については、今後、検証を重ねていく予定である。

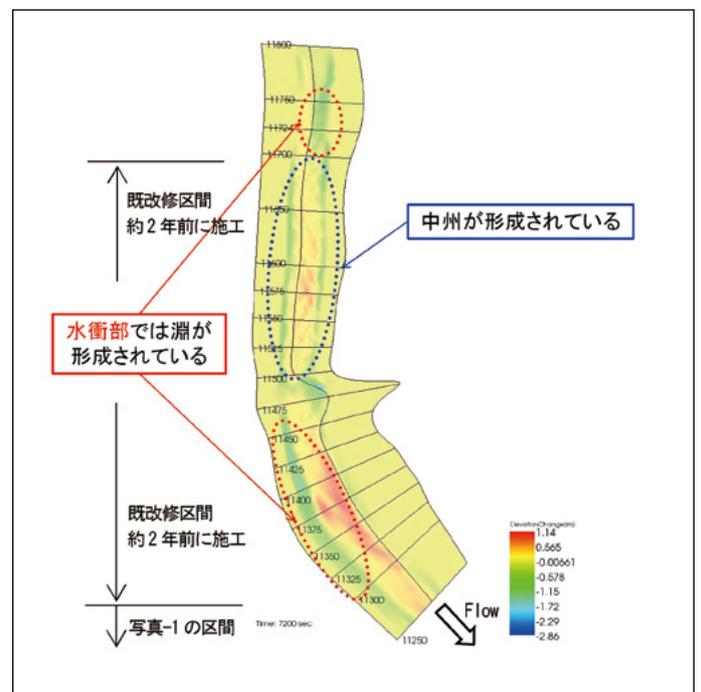


図-5 H川の計算結果(3時間後の河床変動量)



写真-2 中州の形成状況

### 3-3. S川への適用事例

#### (1) 背景と目的

道央を流れるS川は釣りやカヌー、ラフティング等が行われる自然豊かな河川である。

計算の対象区間は、今後、河川改修を行う区間であり、河川改修後も現在のような良好な河川環境が形成されるか懸念されている。このような課題を解決するためには、将来の河道状況を高い精度で予測することが可能なシミュレーション技術が必要になる。

そこで今回は、課題解決を図るための第一ステップとして、経年的に計測された測量データと計算結果を比較し、主に河床高を指標として、計算の再現性について検証を行った。

計算の再現性は、平成11年の測量データを初期河床として、二次元河床変動計算を行い、平成17年の測量データとの比較により確認することとした。

#### (2) 計算諸元とモデル

計算諸元は表-4、計算モデルは図-6に示すとおりである。計算流量と計算時間は年1回、年最大流量100m<sup>3</sup>/sが1時間だけ流れるものとし、6時間通水した(6年後の河床形状を推定)。

表-4 S川の計算諸元

項目	諸元
メッシュサイズ(m)	5×10m
流量(m <sup>3</sup> /s)	100
粗度係数	0.030
河床材料(mm)	60

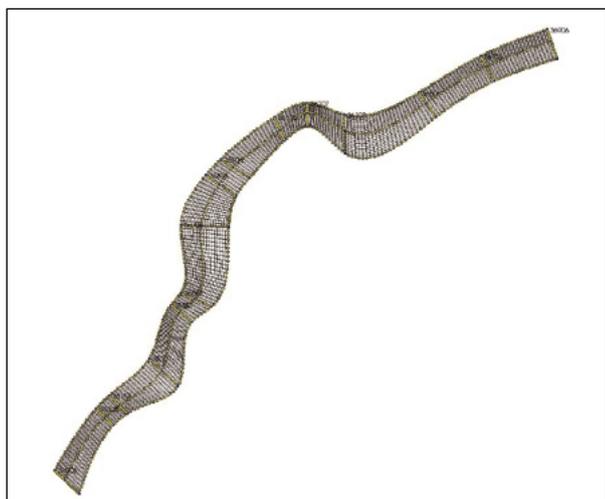


図-6 S川計算モデル図

#### (3) 計算結果と考察

図-7は測量データを比較した河床縦断面図となっており、赤色が平成11年度の測量データ、青色が平成17年度の測量データを表している。

一方、図-8は計算結果を比較した河床縦断面図となっており、赤

が初期河床高(t=0hr)、青色が通水開始6時間後の河床高を表している。

図-7と図-8を比較すると、堆積傾向にある箇所と洗掘傾向にある箇所は概ね一致していると考えられる。

一方、表-5は測量データ間の河床変動量、計算結果間の河床変動量を比較した表になっているが、測量データと計算結果では40cm程度の誤差が見られる。数値的な再現性が低い原因については、河床材料に単一粒径を使用していることや、流量ハイドロに年最大流量100m<sup>3</sup>/sを6時間一定で通水させて計算していること等が考えられるが、このような数値的な精度の向上については今後、検討を重ねていく予定である。

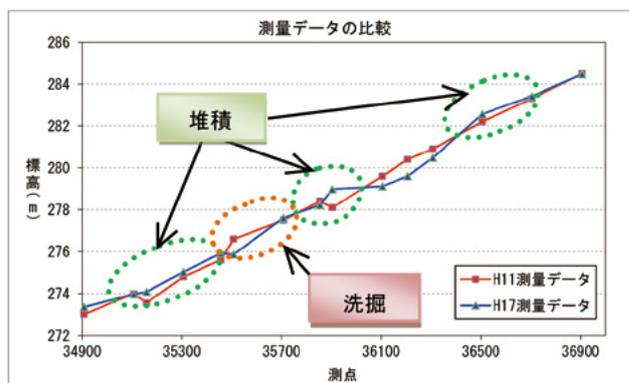


図-7 測量データ比較図(赤:H11年、青:H17年)

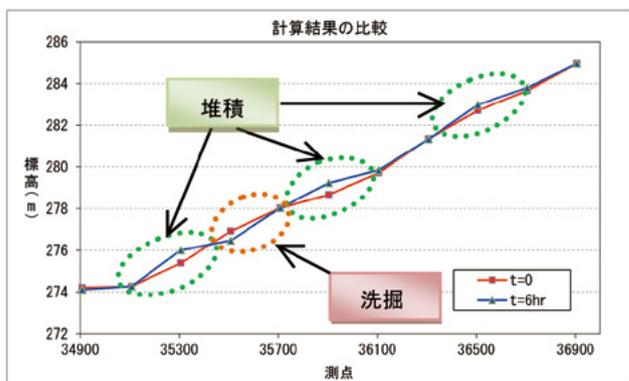


図-8 計算結果比較図(赤:t=0、青:t=6hr)

表-5 河床変動量の比較

測点	測量データ			計算結果			誤差
	H11年度	H17年度	変動量	t=0hr	t=6hr	変動量	
SP35307	274.80	275.03	0.23	275.38	276.01	0.63	0.39
SP35508	276.60	275.87	-0.73	276.91	276.47	-0.45	0.28
SP35904	278.10	278.98	0.88	278.66	279.23	0.56	0.32
SP36506	282.20	282.56	0.36	282.70	282.98	0.27	0.09

## 4. おわりに

iRICを用いた二次元河床変動計算を行ったが、「堆積」や「洗掘」といった傾向は概ね一致するものの、現地の測量結果等と比較した数値的な再現性にはまだ課題が残る。今後は数値的な精度の向上を図るため、計算モデルの再評価や再構築を行っていく必要がある。

# 地盤定数の設定法が異なる 火山灰質土長大法面の すべり安定性について

REPORT

技術部 防災地質課



加藤 貴文  
(RCCM 地質)



宿田 浩司  
(技術士:建設部門・応用理学部門)

## 概要

調査地では、産業廃棄物最終処分場の建設に伴う切土工および盛土工が計画されている。計画地点に分布する土質は特殊土である「火山灰質土」であること、計画高が最大で20mと長大法面であること、産業廃棄物最終処分場であるため地震時の検討が必要であることから、切土工および盛土工の標準勾配の適用は困難であった。

通常の法面を対象とした調査の場合、調査コストの面から詳細な調査・試験は実施されず、N値から地盤定数を設定し、すべり安定解析を行うことが多い。しかし、本業務では火山灰質土からなる長大法面の常時と地震時の適切な安定勾配を決定する必要があったため、トリプルサンプリングで採取した乱れの少ない試料で三軸圧縮試験(CD)を行い、その結果から設定した地盤定数ですべり安定解析を行った。また、調査の有効性を検証する目的で、N値から設定した地盤定数より得られた解析結果との比較を行った。なお、本検討に用いた地盤解析モデルは、実測値や施設計画等から作成した仮想モデルである。

**キーワード** 火山灰質土、長大法面、地震時、安定勾配

## 1. はじめに

北海道には未固結な火山噴出物が広く分布しており、近年では火山周辺域にまで土工事が及んでいる。火山灰質土は、比較的急勾配の斜面でも安定が保たれており、N値が小さいにもかかわらずせん断強度が大きいなど、通常の土質とは特性が異なるため、砂質土や粘性土の設計法が適用できない例が多い。本報告では火山灰質土からなる長大法面の常時と地震時の安定性を検証する目的で、三軸圧縮試験結果から得られた地盤定数とN値から設定した地盤定数ですべり安定解析を実施し、比較検証を行った(図-1参照)。

## 2. 調査地の地層構成と地盤定数

調査地の地層構成と地盤定数を表-1、図-2に示す。なお、Dvc1～Dvc2までが火山灰質土に該当する。

表-1 調査地の三軸圧縮試験から設定した地盤定数

地層名		設計N値 (回)	単位体積重量 $\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> )	せん断抵抗角 $\phi$ (°)
盛土材 (火山灰質粗粒土)	B	—	17 (19)	0 (0)	35 (30)
表土 (有機質土)	Sf	3	(14)	(25)	(0)
火山灰質土	火山灰質 細粒土1	Dvc1	2 (14)	30 (20)	15 (0)
	火山灰質 粗粒土	Dvs	4 (17)	70 (0)	20 (25)
	火山灰混じり 砂質土1	Ds1	1 (17)	20 (0)	25 (25)
	火山灰混じり 砂質土2	Ds2	16 (18)	85 (0)	15 (30)
	火山灰質 細粒土2	Dvc2	6 (15)	(75)	(0)

※1 ( )内はN値からの推定値もしくは一般値

※2 細粒土(Dvc1)はUU三軸試験、粗粒土(B、Dvs、Ds1、Ds2)はCD三軸試験

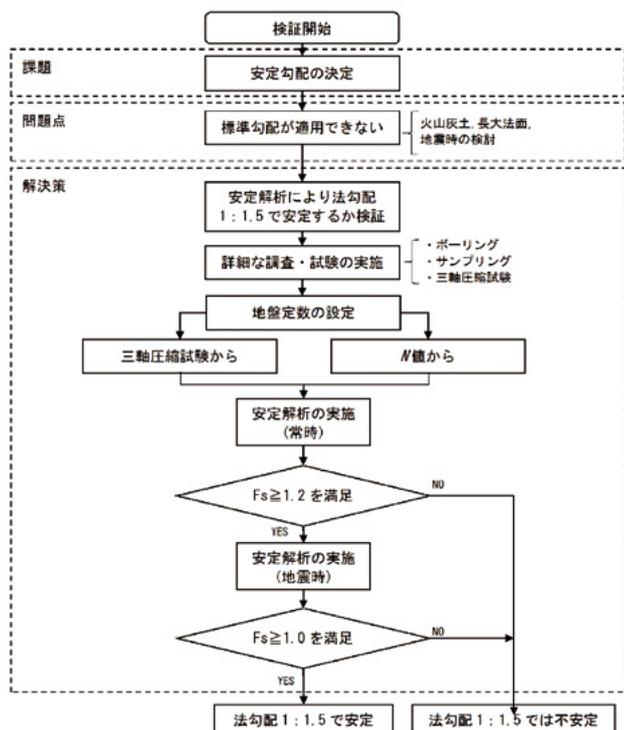


図-1 検証フロー

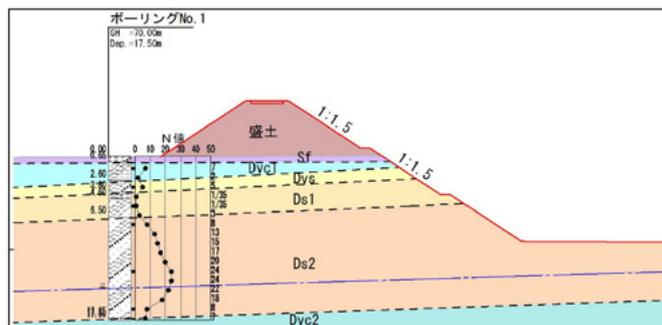


図-2 調査地の土層断面図

表-1より、三軸圧縮試験結果から得られた地盤定数は、Dvsなどの火山灰質粗粒土でも粘着力を有していることがわかる。これは、火山灰質土の場合、図-3のように、見かけの粘着力( $c=25\text{kN/m}^2$ 程度以上)を有しているためである。なお、Dvc1、Dvs、Ds1、Ds2を混合し作成した盛土材Bでは、見かけの粘着力は失われていることから、見かけの粘着力は溶結作用や続成作用により得られたものと考えられる。

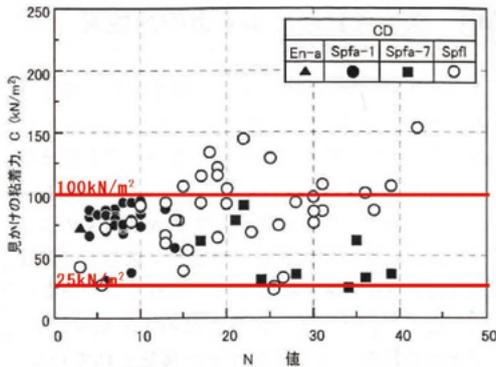


図-3 火山灰質土のN値と見かけの粘着力cとの関係<sup>1)</sup>

### 3. すべり安定解析の結果

図-4および図-5は、三軸圧縮試験(CD)から設定した地盤定数とN値から設定した地盤定数における常時(計画安全率 $F_s=1.2$ 以上)と地震時(計画安全率 $F_s=1.0$ 以上)の安定解析結果図である。

なお、法面勾配は「砂」の場合における標準法勾配の中で最も急勾配となる1:1.5を限界法面勾配と定義し、この勾配で問題がないかを検証した。

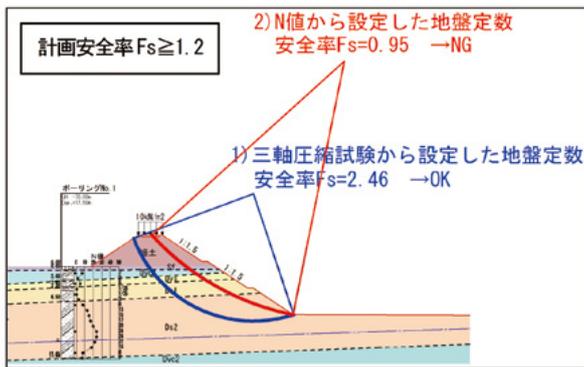


図-4 安定解析結果(常時)

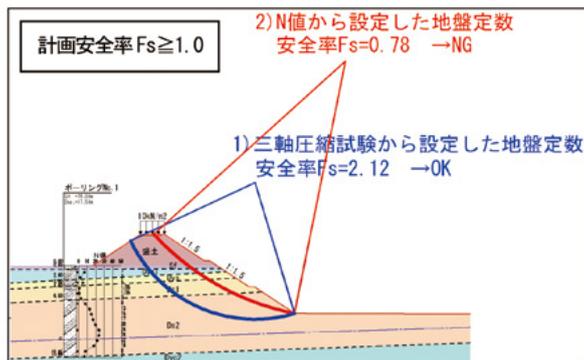


図-5 安定解析結果(地震時・レベル1地震動)

法面勾配1:1.5におけるすべり安定解析を行った結果、三軸圧縮試験から設定した地盤定数では、常時においても地震時においても計画安全率を満足するが、N値から設定した地盤定数では、常時・地震時とも計画安全率を満足できない結果となった。

なお、調査地近傍にある同規模の法面は、現状で安定を保っていることから、計画法面は勾配1:1.5で問題は無いものと考えられる。

### 4. 考 察

三軸圧縮試験結果から得られた地盤定数とN値から設定した地盤定数ですべり安定解析を実施し、比較検証を行った結果から、次のように考える。

- 法面勾配1:1.5ですべり安定解析を行った結果、三軸圧縮試験から設定した地盤定数では、常時・地震時ともに計画安全率を満足するが、N値から設定した地盤定数では、常時・地震時とも計画安全率を満足できない結果となった。
- 調査地近傍にある同規模の法面は、現状で安定を保っていることから、N値から推定した地盤定数は、地盤のせん断強度を過小に評価している可能性が高いと考えられる。
- 特に火山灰質土は粗粒土でも、溶結作用や続成作用により粘着力を有していることから、地盤のせん断強度を過小評価しやすいものと考えられる。
- 火山灰質土からなる長大法面で、地震時の検討を行う場合は、乱れの少ない試料を採取し、三軸圧縮試験を行い、適切なせん断抵抗角 $\phi$ と粘着力 $c$ を設定することが有効と考えられる。
- 特に敷地や切盛土の経済性が問題となるようなケースでは、このような検討が問題解決につながる可能性がある。

### 5. おわりに

今回の検証は、少ないデータ数で行っており、すべての火山灰質土を代表したものとはいきれない。今後は、火山灰質土を適切に評価するためにも、データの蓄積に努めたい

#### 【参考文献】

- 1) 地盤工学会北海道支部:実務家のための火山灰質土, p48,2010.12

技術部 水工課長 北村 明  
(技術士 建設部門)



## Finite Element Method (FEM) :有限要素法 … これって結局何をやっているのだろう?

FEMの概念は、「解析的に解くことが難しい微分方程式の近似解を、数値的に得る方法の一つ」となります。その方法は、「全体を支配する微分方程式を要素の集合体(区分多項式)とみなし、各要素の構成則を比較的単純な関数式で置き換える。」といったものです。平成25年8月より北海道の堤防耐震要領<sup>1)</sup>でも採用されたことから、FEMを扱う機会は急増したように思います。図-1に、堤防が変形する様子をFEMプログラムを用いて解析した例を示します。視覚的・直感的に変形の様子が伝わってきますが、このメッシュ図が描かれる過程(原理)をブラックボックスのように感じている(あきらめている)方もいらっしゃるのではないのでしょうか。

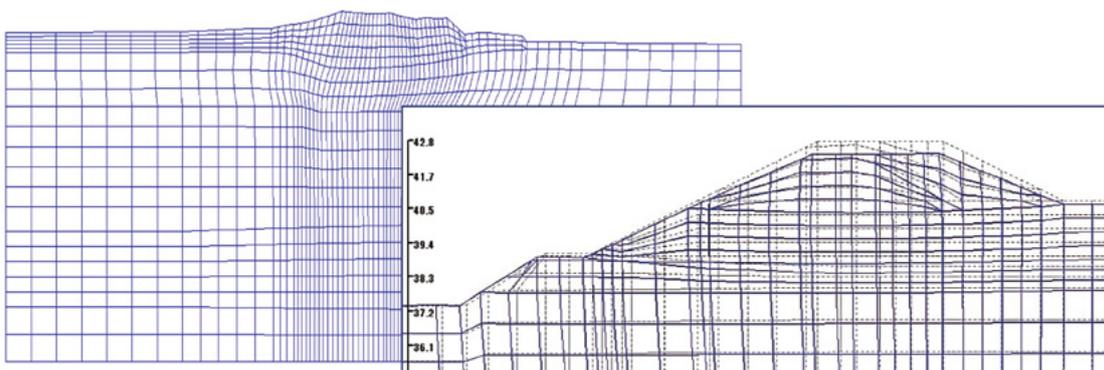


図-1 有限要素法を用いた堤防の変形解析例(左側:堤防全体のメッシュ図、右側:メッシュ図の変形前後)

## 区分多項式が全体系を近似するという概念 … 大学生なら理解できる?

上で例に挙げた地盤系のFEMは、各要素(メッシュ)に「弾塑性構成則」が与えられています。結論から言うと、この場合の構成則=バネ公式です。要素1つひとつがバネ公式に則した挙動を示すのならば、全体系も(区分多項式としての)バネ公式に帰結します。このような理念は大学の初等数学で習うらしいのですが、みなさんおぼえていますか? 以上のことをなるべく簡潔に示す方程式を図-2に示してみます。

図-2を一目みて、「なるほど!」と思って頂けるのは、地盤系FEMをマスターされている方だけかもしれません。ちょっと難しい「理論」こそ、相手が小学生だろうと「話せる」力、視点を持ちたいものですが…

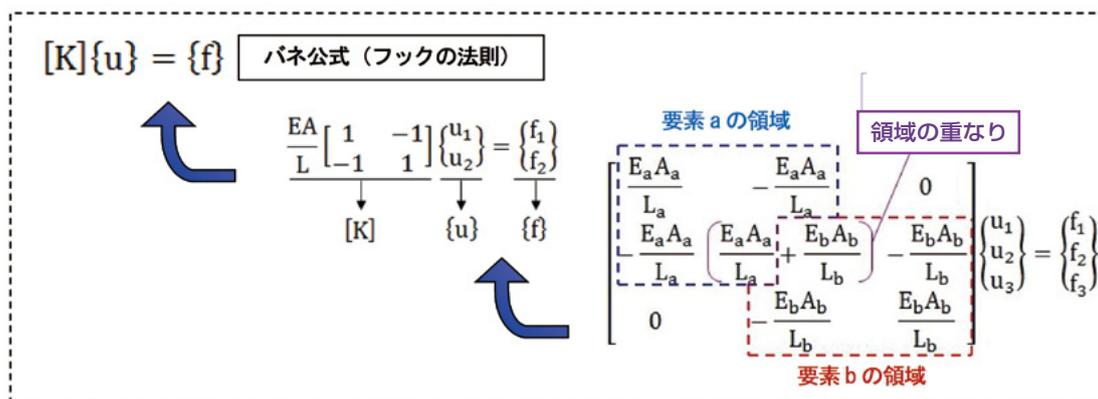


図-2 区分多項式の各要素は「バネ公式」に置き換えられた!

<持論> むずかしい理論の根っこにある「本質」は大体がかんたんな事なのでは？

FEM等で用いる数学的な知識だけを「階層化」して並べてみると、図-3の様になるでしょうか。

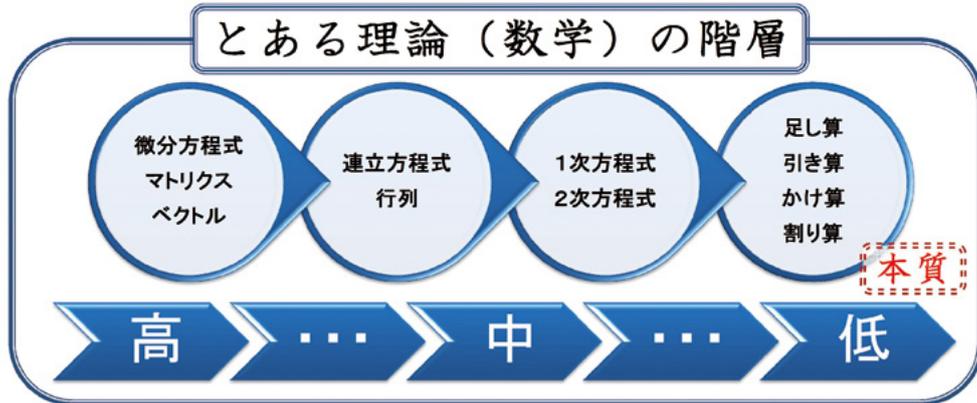


図-3 理論を階層化してながめると、根っこの部分に「本質」が見えてくる

図の左側の“高レベル”な知識は、技術者が備えたい知恵であり商売道具（ツール）でもあります。しかし、“高レベル”な話はなかなか人に伝わりませんし、自戒を込めて書きますと「プログラムの本質を解析者自身が十分理解せずとも利用できてしまう」<sup>2)</sup>ケースもあります。ところが、地盤系FEMプログラムの中身をしらべて行くと、バネ公式という一つの単純式  $[K]\{u\} = \{f\}$  が現われるのです。ブラックボックスにも感じられたFEMの根っこ（本質）が、一番“低レベル”のかけ算で表現された事に、「話せる」視点を得たように感じました。

では、小学生にFEMを説明してみましょう！

タイトルに書いたとおり、小学生にFEMを用いた地盤の変形解析原理（図-1のような結果がどうして得られるのか）をがんばって話しましょう。根っこにかけ算の式（バネ公式）がある所までは掘り下げました。バネが伸縮することは小学生でも知っていますから、土がバネのような性質を持つ説明は何とかなりそうです。あとは、区分多項式（部分則の集合≡全体則）をどう説明するかですが……

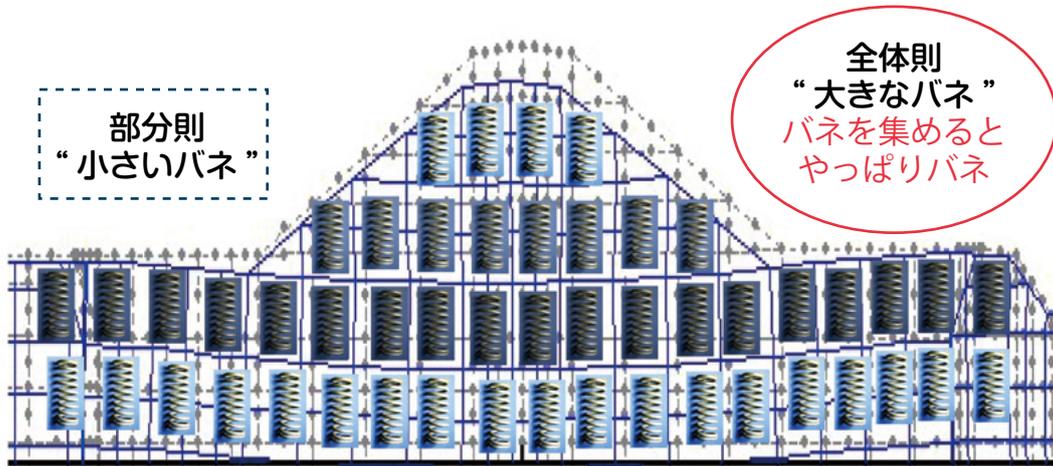


図-4 バネの上にバネを重ねて、横にもいっぱい並べて…全体としてこれは何だと思う？ → 小学生「巨大バネ！」

ばかばかしい絵ですが、部分の集まりを全体の性質と捉えて解くというFEMの概念が、小学生にも理解してもらえました（実話）。今回のFEMの例を切っ掛けに、今後一層、どなたにも「話せる」（技術コミュニケーション力を備えた）技術者に近づけますよう、精進して参ります。

参考文献 1) 河川事業設計要領 平成25年8月版 [北海道建設部 土木局河川課]  
参考文献 2) 地盤技術者のためのFEMシリーズ① はじめて学ぶ有限要素法 [社団法人 地盤工学会]

## 編 集 後 記

技術レポートの編纂中に、大きな豪雨災害が 2 件発生しました。ひとつは平成 26 年 8 月 19 日夜から 20 日未明にかけて広島県広島市に発生した豪雨災害です。複数の土砂災害が発生し、死者が 70 名を超えるという大惨事になりました。もうひとつは、その 5 日後の 8 月 24 日に発生した礼文島の豪雨災害です。こちらも複数の土砂災害が発生し、住宅 1 棟が巻き込まれて全壊、住人女性 2 名が死亡するという痛ましいものでした。

いずれも局地的に発生した記録的な豪雨、いわゆるゲリラ豪雨です。地球温暖化に伴う気候変動の影響なのかわかりませんが、近年、国内の至るところでゲリラ豪雨が発生しています。自然は時には優しく、時には猛威をふるいます。人間は自然の猛威に対しては無力です。しかし建設業に携わる者、我われ建設コンサルタント業を生業にする者は、公衆の安全・安心を担う使命があります。技術力を駆使して防災・減災に貢献しなければなりません。そのためには、自然との共存、そして闘うべく技術力の習得と向上が必要と考えます。

弊社はおかげさまで、今年創立 50 周年を迎えました。これもひとえに関係者の皆様のご支援とご協力の賜物であり、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。今後はこれまで培ってきた技術力をベースに、防災・減災に貢献すべく技術力の向上を目指し、社員一同、研鑽していく所存でございます。何卒、よろしくお願い申し上げます。

さて、2014 技術レポートをお届けいたします。この技術レポートは、弊社社員の技術力の向上を主目的に作成したものです。関係者の皆様には、弊社の技術に対する取組みをご理解いただけましたら幸いです。

最後に、とりまとめにあたりまして、発注関係者の皆様のご理解を得たうえで、一部業務成果を活用させていただきました。ここに感謝の意を表します。

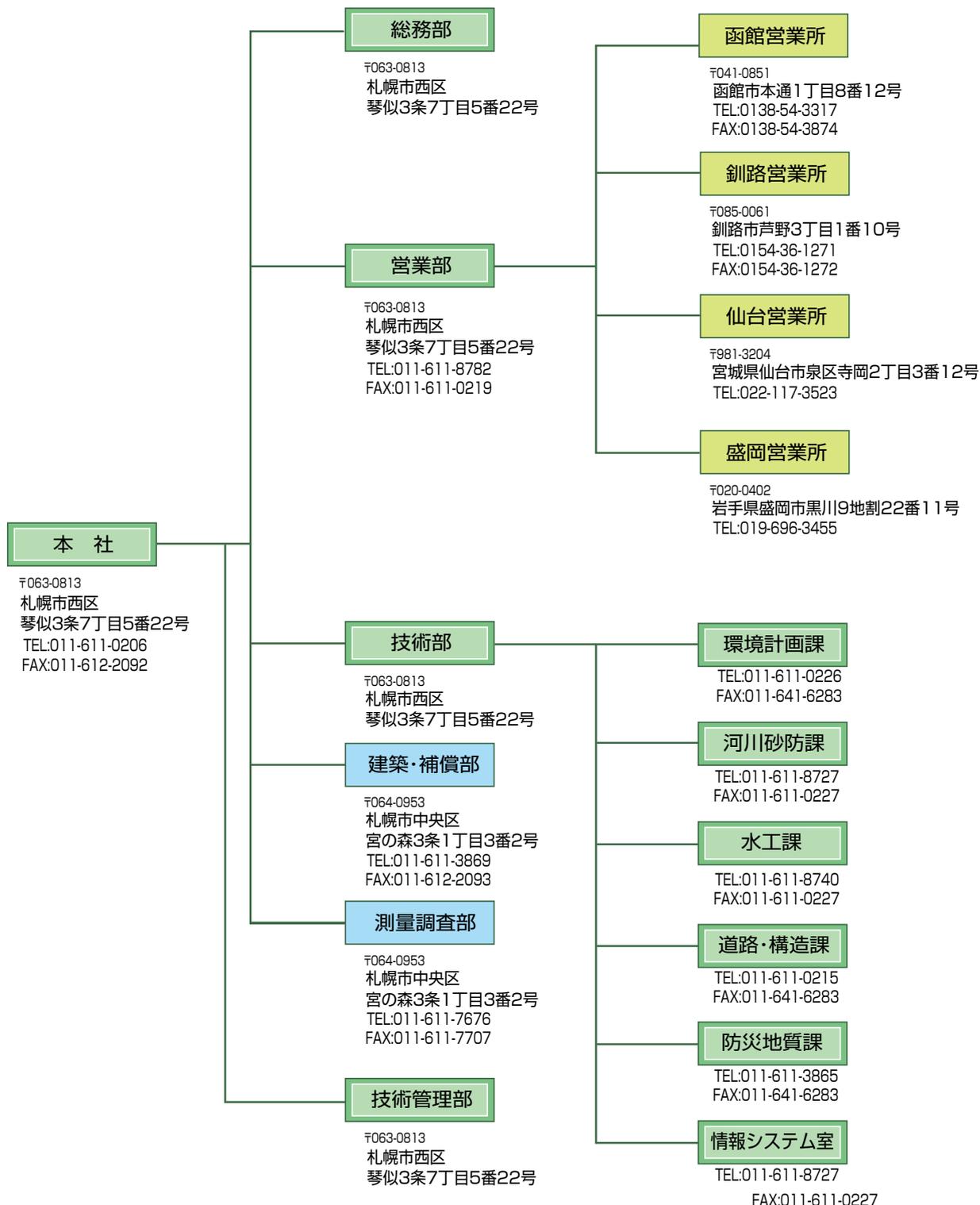
(文責 大谷高志)

編集担当

取締役技術部長 中原 修

技術管理部長 大谷 高志

# 組織図



## 登録資格

- 建設コンサルタント業 建21 第386号 (H21-10-1)
- 測量業 第(13)-1057号 (H22-9-7)
- 地質調査業 質20 第550号 (H20-9-30)
- 補償コンサルタント 補21 第1580号 (H21-7-29)
- 一級建築士事務所 (石)3653号
- 土壤汚染対策法(平成14年法律第53号)指定番号 環2003-1-790

## 有資格者数

■技術士(総合技術監理部門)	3名	■一級建築施工管理技士	1名
■技術士(建設部門)	15名	■一級土木施工管理技士	25名
■技術士(応用理学部門)	1名	■測量士	26名
■RCCM	22名	■地質調査技士	5名
■コンクリート診断士	2名	■土壤汚染調査技術管理者	1名
■APECエンジニア(Civil)	1名	■VEリーダー	3名
■一級建築士	2名		

# 2014 技術レポート



---

## 【概要】

商号 和光技研株式会社  
創立 昭和39年7月18日  
資本金 4,000万円

## 【事業所】

本社 〒063-8507 札幌市西区琴似3条7丁目5番22号  
TEL : 011-611-0206 (代) FAX : 011-612-2092

宮の森分室 〒064-0953 札幌市中央区宮の森3条1丁目3番2号  
TEL : 011-640-7302 (代) FAX : 011-611-7707

函館営業所 〒041-0851 函館市本通1丁目8番12号  
TEL : 0138-54-3317 FAX : 0138-54-3874

釧路営業所 〒085-0061 釧路市芦野3丁目1番10号  
TEL : 0154-36-1271 FAX : 0154-36-1272

仙台営業所 〒981-3204 宮城県仙台市泉区寺岡2丁目3番12号  
TEL : 022-777-3523

盛岡営業所 〒020-0402 岩手県盛岡市黒川9地割22番11号  
TEL : 019-696-3455

---

ホームページ <http://www.wako-giken.co.jp>