

2013 技術レポート



和光技研株式会社

2013 技術レポート



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	
■ 堤防・樋門の新耐震設計法について -----	02
技術部 水工課 北村 明	
水工課 住出 徹	
■ 河川改修発生土を対象とした土壌汚染状況調査と措置の事例 -----	06
技術部 防災地質課 小岩 晃	
防災地質課 宿田 浩司	
■ 複合ラーメン橋における維持管理の優位性についての検証 -----	08
技術部 道路・構造課 長坂 秀一	
道路・構造課 長谷川 直久	
■ 砂防えん堤に係わる点検調査・補修業務の実施事例と今後の展望 ----	12
技術部 河川砂防課 楠 馨	
河川砂防課 藤平 雅之	
■ 特定外来生物オオハンゴンソウの対策について -----	14
技術部 環境計画課 宮本 大	
環境計画課 本間 英敏	
■ 編集後記	

● 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。

弊社は、昭和39年に創業以来、『信ずるに足る自己を養え』を社是として、移り変わるその時代のニーズを的確にとらえ、美しくそして安全で快適な地域づくりに貢献することを目指し、北海道に根ざした建設コンサルタントとして歩んで参りました。

常日頃からの自己研鑽、ならびに大学等の研究機関等と連携した継続的な技術革新を通じて、お客様に満足いただける確かな技術を提供していきたいと考えております。そのような中、学と連携した技術革新として、インテグラルアバット橋（複合ラーメン橋）の設計で「鋼桁と杭の合成構造」（平成22年12月）、「構造部材の剛結構造」（平成25年3月）の特許を取得することもできました。

また弊社は平成8年から、専門分野に偏らず、さまざまな分野の技術習得を目的として、社内の技術研究発表会を毎年開催してまいりました。今年はいよいよ創業50年目を迎えることとなり、新たな取り組みとして今回実施いたしました技術発表会の一部をご紹介したく、「2013 技術レポート」として発行することとなりました。

これからも、末永くお客様に信頼されるコンサルタントとして、技術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。

堤防・樋門の 新耐震設計法について



北村 明
(技術士:建設部門)



住出 徹

REPORT

技術部 水工課

概要

従来、河川構造物ではレベル1地震動に相当する震度を用いて耐震設計が行われてきたが、度重なる深刻な地震災害への対策が重要視され、平成19年3月に河川構造物のレベル2地震動に対する照査指針として「河川構造物の耐震性能照査指針(案)」¹⁾が策定された。

本稿は、耐震性能照査のポイントを示すとともに、レベル2地震動に対する静的FEM及び縦方向解析による函体の耐震設計、津波対策としての樋門自動化の実際例を示すものである。

キーワード レベル2地震動、液状化、保有水平耐力法、自動開閉樋門

1. はじめに

河川構造物の耐震設計は、「建設省河川砂防技術基準(案)」に基づき、レベル1地震動に相当する震度を用いてきたが、「平成7年兵庫県南部地震」を契機として、耐震点検や対策が全国的に進められ、中央防災会議(内閣府)から、東海、東南海・南海地震等のひっ迫性や被害想定が公表された。

さらに各地で深刻な地震災害が頻発(宮城県北部地震、十勝沖地震、新潟県中越地震、福岡県西方沖地震など)し、耐震設計の高度化(レベル2地震動対応)が土木技術界の必須課題となった。

このような背景から生まれた「河川構造物の耐震性能照査指針」は国の事業から運用が始まっているが、平成25年度からは北海道でも運用が開始される。

また、北海道の地域性から樋門操作人の労力が増大しており、津波遡上や、突発的な出水時の操作遅れが危惧されている。この課題に対して北海道では「自動開閉樋門」の標準化を図っており、レベル2耐震設計と同時に樋門自動化の検討を推進している。

例えば、樋門は一時的なゲートの開閉不能が許される(耐震性能1~3)場合があるが、堤防は如何なる場合においても外水の氾濫は許されない(耐震性能1~2)。

表-1 従来の耐震設計と、新しい耐震設計の違い

	従来の耐震設計	新耐震設計
地震動	レベル1地震動相当	レベル1地震動 レベル2地震動
耐震性能	損傷を許容しない	レベル1地震動 損傷を許容しない レベル2地震動 保持すべき機能に 応じて一定の損傷 を許容
照査方法	静的照査法	主に静的照査法

2. 河川構造物のレベル2耐震設計のポイント

(1) 設計地震動と耐震性能

表-1に示すように、レベル2地震動を対象とした耐震性能照査では、構造物に一定の損傷を許容するため、損傷を許容しない従来のレベル1地震動の照査に比べ、より高度な技術や判断が求められる。

(2) 耐震性能の定義

耐震性能とは、地震の影響を受けた後の河川構造物の状態を定義したものである。表-2に示すが、「耐震性能1」とは地震後において構造物に全く損傷や変位を生じない性能のことであり、一方「耐震性能3」とは一時的に機能不全に陥ったとしても、損傷を修復可能なレベルに留める性能を表している。

表-2 代表的な構造物ごとの耐震性能の定義

	レベル1地震動	レベル2地震動	
	耐震性能1	耐震性能2	耐震性能3
自立構造の特殊堤	地震によって自立特殊堤としての健全性を損なわない性能	地震後においても、[耐震性能照査指針]に規定する、照査外水位に対して自立式構造の特殊堤としての機能を保持する性能	地震による損傷が限定的なものにとどまり、自立式構造の特殊堤としての機能の回復が速やかに行い得る性能
水門・樋門及び堰	地震によって水門・樋門又は堰としての健全性を損なわない性能	地震後においても、水門・樋門又は堰としての機能を保持する性能	地震による損傷が限定的なものにとどまり、水門・樋門又は堰としての機能の回復が速やかに行い得る性能
揚排水機場	地震によって揚排水機場としての健全性を損なわない性能	地震後においても、揚排水機場としての機能を保持する性能	地震による損傷が限定的なものにとどまり、揚排水機場としての機能の回復が速やかに行い得る性能
堤防(土堤)	地震によって堤防(土堤)としての健全性を損なわない性能	地震により堤防(土堤)に変形、沈下が生じた場合においても、[耐震性能照査指針]に規定する、照査外水位に対して堤防(土堤)としての機能を保持する性能	対象外

(3) 樋門の耐震性能照査の流れ

図-1に北海道の樋門において適用される耐震性能照査のフロー図を示す(当社作成)。

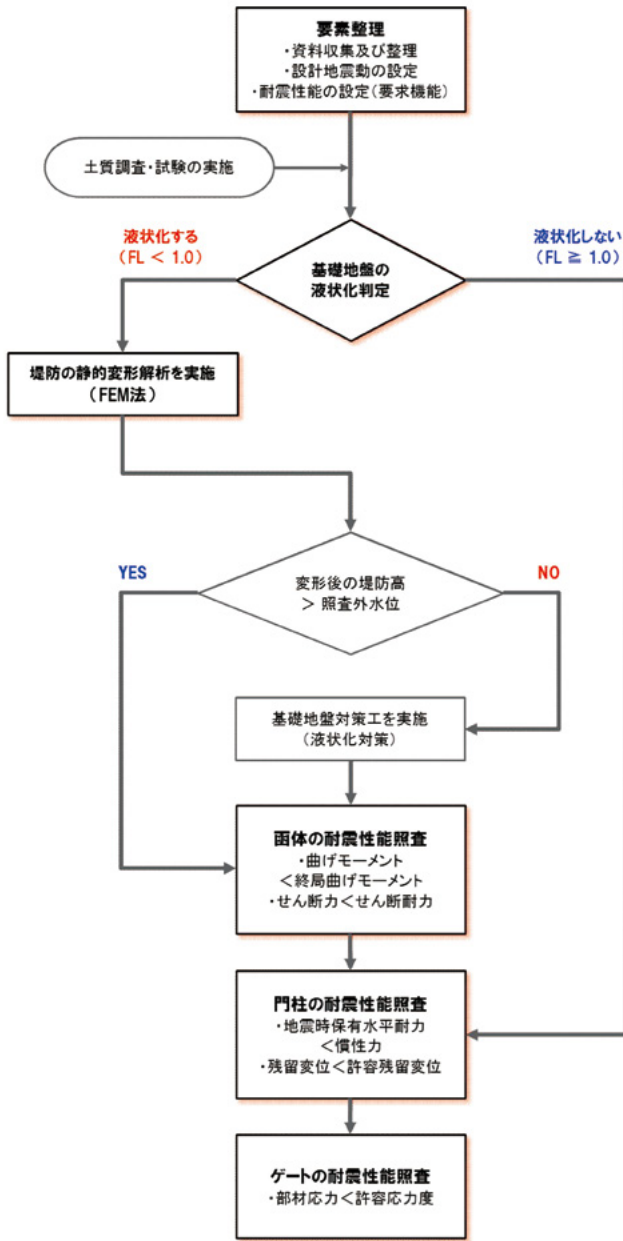


図-1 樋門の耐震性能照査フロー図(北海道運用案)

3. 樋門のレベル2耐震設計の実例

(1) 要素整理

耐震設計条件は以下のように整理する。

表-3 設計条件

断面寸法	B3.00m × H3.60m × L28.0m~2連
計画流量	Q=48.00m ³ /s
構造形式	現場打ちコンクリート(柔構造)
ゲート形式	引き上げ式ローラーゲート(電動)
液状化対象層	As1層(1層)

(2) 基礎地盤の液状化判定

As1層においてレベル2地震動(L2-1:プレート境界型, L2-2:内陸直下型)による液状化抵抗率FLを求めたところ、FL<1.0となり液状化する結果となった。

液状化に対する抵抗率 FL の算出

$$F_L = R/L$$

ここに、
 F_L : 液状化に対する抵抗率
 R : 動的せん断強度比
 L : 地震時せん断応力比
 c_w : 地震動特性による補正係数
 R_L : 繰返し三軸強度比
 r_d : 地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数
 k_{hg} : レベル2地震動の地盤面における水平震度 k_{h2g} または k_{h2g}
 σ_v : 全上載圧 (kN/m²)
 σ'_v : 有効上載圧 (kN/m²)

土質	記号	層厚 (m)	タイプ I			タイプ II		
			R	FL	判定	R	FL	判定
粘性土層1	Am	1.90	-	-	-	-	-	-
泥炭層	Ap	3.20	-	-	-	-	-	-
砂質層1	As1	6.00	0.171~0.358	0.239~0.514	○	0.212~0.662	0.197~0.634	○
粘性土層2	Ac1	4.90	-	-	-	-	-	-
粘性土層3	Ac2	4.80	-	-	-	-	-	-
砂質層2	As2	9.20	-	-	-	-	-	-
砂質層3	As3	3.00	-	-	-	-	-	-

液状化抵抗率FL<1.0の場合、液状化の可能性あり。

図-2 液状化判定の例

(3) 堤防の静的FEM解析

堤防の液状化による変形量を静的変形解析法(静的FEM法)を用いて解析した。解析結果はL2-1、L2-2地震動ともに変形後の堤防高が津波高を上回ったため、「耐震性能2」を満たした。

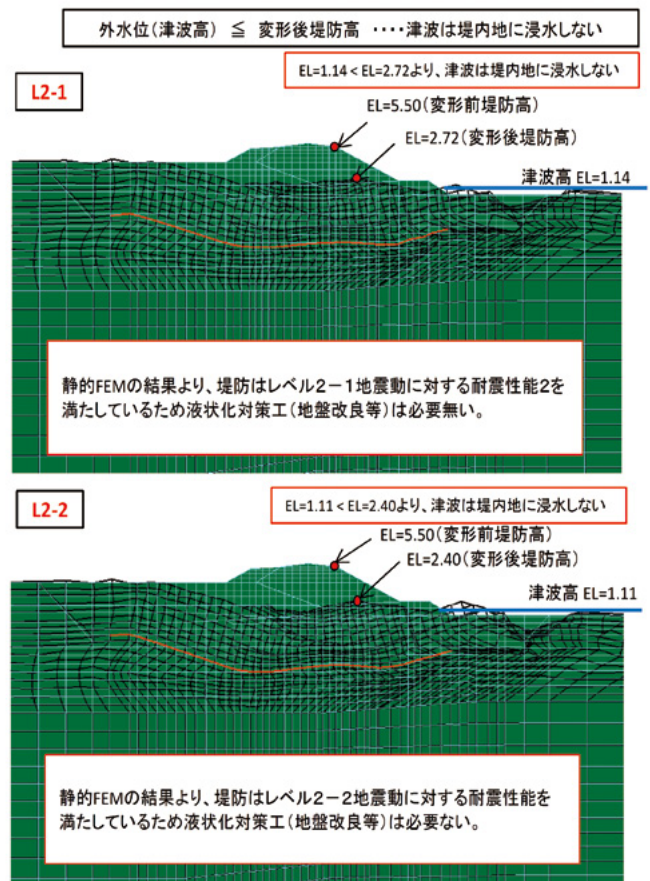


図-3 堤防の静的変形解析(FEM法)

(4) 函体の耐震性能照査

函渠については耐震性能3とし、函渠縦断方向の変形を静的に算定し函体に生じる曲げモーメント及びせん断力が、それぞれ、終局曲げモーメント及びせん断耐力以下であることを照査した(図-4)。

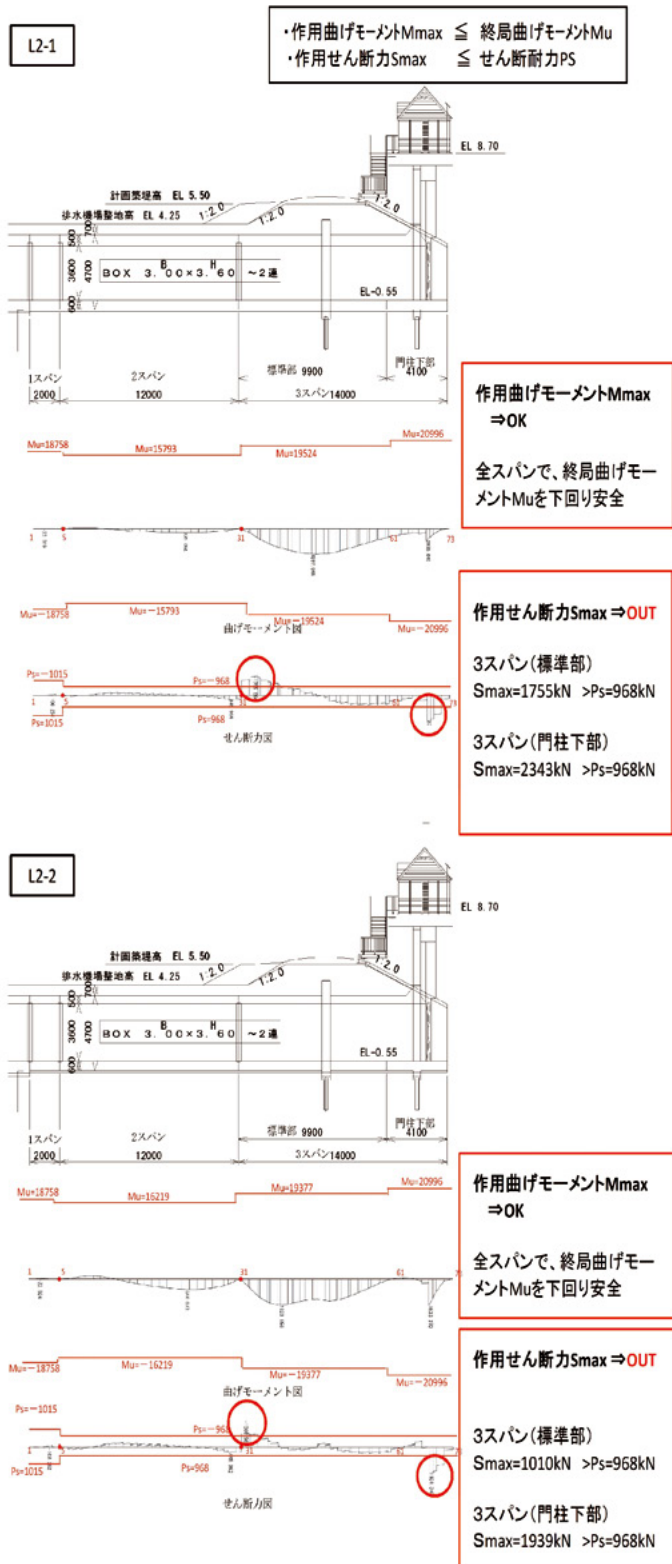


図-4 函体の解析モデル及び解析結果

解析結果はL2-1、L2-2地震動ともに曲げモーメントは許容値内であったが、作用せん断力がせん断耐力を上回り「耐震性能3」を満たさない結果となった。

(5) 函体の耐震補強

函渠のせん断耐力を増強し耐震性能3を満足させるために、函体のせん断補強設計を行った。函体のせん断補強は、

方法①：函体側壁の外側を増厚する

方法②：函体側壁の内側を増厚する

の二つに大別できるが、今回は堤防を極力開削しないことが条件となったため、方法②を選択した。

方法②を採用するに当たり、流下断面の阻害が問題となった。これを解決するために図-5に示す「ポリマーセメントモルタル増厚+補強鉄筋工法」を用いた。これにより薄層(3cm未満)の増厚で必要せん断力を補強することが可能となった。

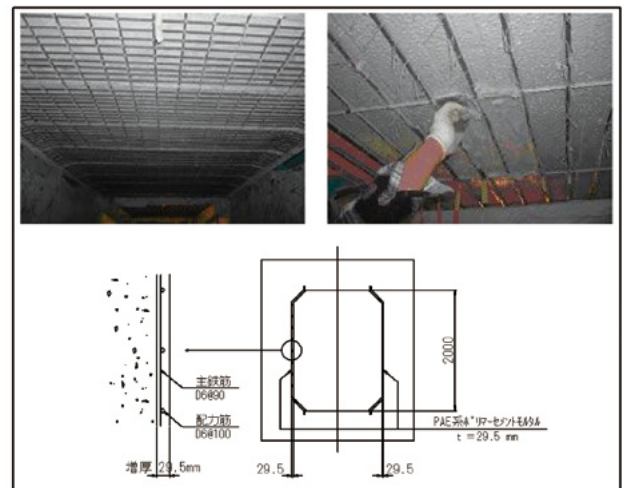


図-5 ポリマーセメントモルタル増厚+補強鉄筋工法

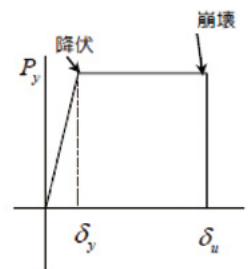
(6) 門柱の耐震性能照査

門柱の耐震性能照査は、図-6に示す横方向と縦方向の解析モデルを作成し、地震時保有水平耐力法で行った。

地震時保有水平耐力法とは、「構造物に適当なねばり(塑性域)を与え、エネルギー吸収性能を高めることにより損傷を限定された範囲にとどめ、構造系全体の崩壊を防止する。」考え方である。

※塑性率の定義

右図のδは変位を示すが、降伏点から崩壊点までが長い程、ねばりがある(塑性率が大きい)部材となる。



実際の計算としては、構造物の固有周期に基づく等価慣性力が地震時保有水平耐力を上回らないことを照査する。

水位の変動(内外水位差)に応じて自動的にゲートが開閉するため、地震後の津波遡上や、突発的な出水にも即時に対応できる。また、操作員の労力が軽減され、操作遅れ等の危険性が減少する。

このようなメリットから、まもなく北海道の樋門設計においても自動開閉樋門の検討が必須となる。

図-7に自動開閉樋門の設計例を示す。



図-6 門柱の解析モデル及び解析結果

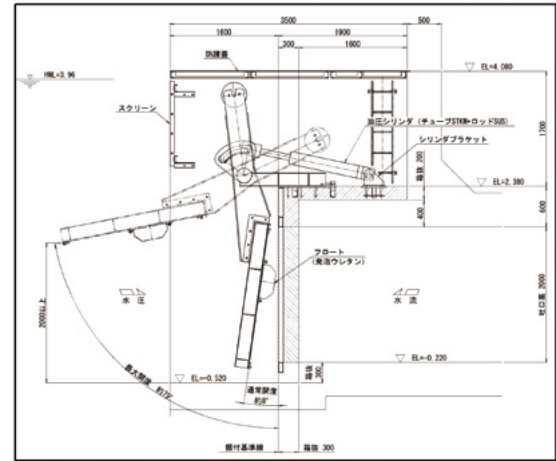
解析結果はL2-1、L2-2地震動ともに慣性力が保有水平耐力を上回り「耐震性能3」を満たさない結果となった(図-6)。

門柱の耐震補強のためには、じん性(ねばさ)や、せん断耐力の増強が必要であり、コンクリートの巻き立てや、せん断補強鉄筋(アンカー)の挿入等を先ず検討すべきである。

しかしながら、今回は「門柱レス化」を選択した事例を紹介する。門柱レス化は、門柱を撤去することによる耐震性の向上に加えて、ゲートのフラップ化による「樋門の自動化」を実現させるものである。

(7) 自動開閉樋門の設計

自動開閉樋門(ゲート)とは、ゲートの開閉操作を無動力で自動的に行うようにした樋門である。



設計要項	
型式	ステンレス製オートゲート
純径間×吐口高	1.50m × 2.00m
設置数	1門
設計水位	外水位: 4.180m 内水位: 0m
水密方式	後面4方ゴム水密
開閉方式	常用: 内外水位差による自動開閉方式
	非常用: 油圧シリンダーによる強制開閉方式
開閉角度	通常時開閉角度 約 8°
	常用開閉角度 0~60°
	非常用開閉角度 約 79°
駆動方式	手動(強制操作時)
操作方式	機測(強制操作時)
携み度	1/800 以下
適用基準書	ダム・堰施設技術基準(案)



図-7 自動開閉樋門の一般図及び設計仕様

4. おわりに

耐震設計と樋門自動化を2本柱とした、堤防・樋門の新しい設計方法は、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る。本稿では、新要領の運用に先駆けて、当社で実施してきた「新しい設計方法」のポイントや実例を紹介した。

当社は新設計要領の改訂作業にも関与しており、樋門・堤防のレベル2対応に関してはいち早く専門ワーキングを立ち上げ、設計システムの開発を進めている。

これらの先行展開については別添のフライヤーにまとめて配布しており、社内外に向けた積極的な情報発信に努めているところである。

参考文献

- 1) 河川構造物の耐震性能照査指針 I, II, III, IV
国土交通省 河川局 治水課 平成24年

河川改修発生土を 対象とした土壌汚染 状況調査と措置の事例

REPORT

技術部 防災地質課



小岩 晃
(地質調査技士)



宿田 浩司
(技術士:建設部門、応用理学部門)

概要

調査地では、河川改修工事(河道拡幅)が計画されており、建設発生土量は約10万m³に達する。工事に先立ち、平成22年度に土壌汚染対策法に基づいた重金属等の土壌汚染状況調査が行われ、自然由来の土壌汚染(鉛・砒素)が確認された。平成23年度から平成24年度には、発生土処理対策として不溶化処理検討が実施された。

本発表は、土壌汚染状況調査や不溶化処理検討で確認された土壌特性と処理方法について現時点の見解をとりまとめたものである。

キーワード 建設発生土、土壌汚染、不溶化、pH、カドミウム、鉛、砒素

1. はじめに

調査地周辺および上流支川には主に銅・鉛・亜鉛を産出する新第三紀中新世の玄武岩溶岩・石英安山岩溶岩等が基盤として分布しており、北西方向約4kmにはこれらを採掘していた鉱山(廃坑)がある。調査地は、これら基盤層等を起源とする氾濫原堆積物の分布域に位置する。

調査地を含む上下流約6km区間では、平成21年度に50~300m間隔(延22箇所)で土壌汚染対策法に指定された重金属である鉛と砒素に関して土壌溶出量・土壌含有量分析が行われており、結果、鉛は含有量と溶出量で、砒素は溶出量で基準超過が認められ、上流に向かって濃度は低下することが確認されている。

弊社では、平成22年度から平成24年度に改修工事区間の一部(約0.7km区間)について土壌汚染対策法に準じた状況調査を行い、発生土対策として不溶化処理の配合検討を行った。

本報告は、状況調査や不溶化処理検討等で明らかになった汚染土壌の特徴と措置についてとりまとめたものである。

結果、不溶化材A1・Bの2種4配合が基準値を満足した(図-1、表-1 配合試験①参照)。

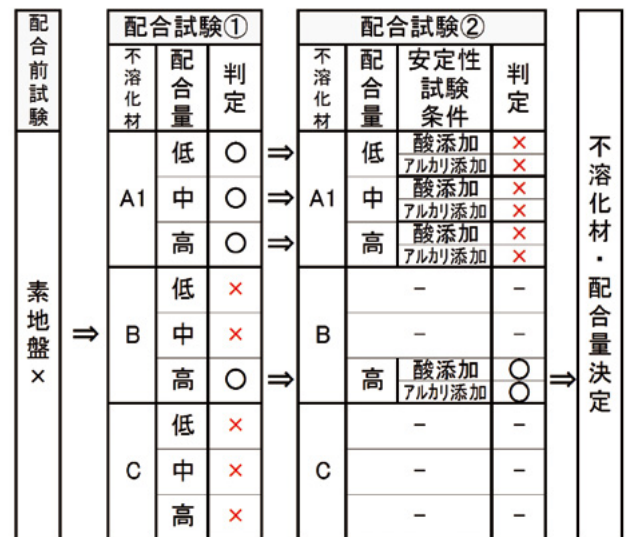


図-1 不溶化処理フローおよび結果概要

2. 不溶化処理の配合検討の流れと試験結果

(1) 不溶化処理フローおよび結果概要

調査地の土壌は、鉛と砒素の溶出量が不適合であったため、不溶化対策工事に必要な不溶化材の種類および配合量を決定する事を目的とした室内配合試験を行い、次のような結果が得られた(図-1参照)。

(2) 配合試験①の結果

配合試験①は、基準値不適合土壌に不溶化材を配合することで、溶出量を基準値未満にすることを目的としている。

(3) 配合試験②の結果

配合試験②は、不溶化後に酸性雨あるいは地下でのコンクリート打設等によるpHの変化によって土壌溶出量が増加することを想定して行われるものであり、酸あるいはアルカリに曝された場合の安定性の評価¹⁾を目的とする。

結果、不溶化材A1は酸添加(低pH)でカドミウムが溶出し、アルカリ添加(高pH)で砒素が溶出したことによって不適合となった。不溶化材Bの1配合は基準値を満足した(図-1、表-1 配合試験②参照)。

表-1 配合試験結果詳細(抜粋)

試験名	不溶化材	配合量	試験条件 (安定性試験)	pH	溶出量試験			判定
					カドミウム及びその化合物	鉛及びその化合物	砒素及びその化合物	
					0.01以下 (mg/l)	0.01以下 (mg/l)	0.01以下 (mg/l)	
配合前試験	*	***		7.1	< 0.001	0.062	0.032	***
配合試験①	A1	低	***	6.3	0.004	< 0.005	< 0.001	○→配合試験②
		中	***	6.3	0.007	< 0.005	0.001	○→配合試験②
		高	***	6.4	0.010	< 0.005	0.001	○→配合試験②
	B	低	***	9.6	< 0.001	< 0.005	0.060	×砒素
		中	***	9.9	< 0.001	< 0.005	0.031	×砒素
		高	***	10.2	< 0.001	< 0.005	0.007	○→配合試験②
	C	低	***	10.3	< 0.001	< 0.005	0.11	×砒素
		中	***	11.5	< 0.001	< 0.005	0.042	×砒素
		高	***	11.9	< 0.001	< 0.005	0.017	×砒素
配合試験②	A1	低	酸添加	5.4	0.018	< 0.005	0.001	×
			アルカリ添加	8.1	< 0.001	< 0.005	0.012	×
		中	酸添加	5.6	0.029	< 0.005	0.002	×
			アルカリ添加	7.6	< 0.001	< 0.005	0.011	×
		高	酸添加	5.3	0.029	< 0.005	0.002	×
			アルカリ添加	7.0	< 0.001	< 0.005	0.012	×
	B	高	酸添加	10.2	< 0.001	< 0.005	0.006	○
			アルカリ添加	10.5	< 0.001	< 0.005	0.009	○
								○

※赤字は基準値不適合、※このほかの第二種特定有害物質はすべて適合

3. 不溶化処理検討の評価と当社の提案

(1) 配合試験②(安定性の評価)の評価と対策の検討

カドミウムは、添加前(中性)では未検出であったが、不溶化材A1の配合によってpHが6.3程度になると基準値未満で確認され、さらに酸添加(pH5.5程度)によって基準値を1.8~2.9倍超過した(図-2参照)。

砒素は、配合前は基準値の3.2倍であり、不溶化材A1の配合(pH6.3程度)で溶出量は0付近まで低下したが、アルカリ添加(pH7~8)で基準値を1.1~1.2倍超過した。

これらの結果や検討等から本土壌の特性を総括すると、酸性でカドミウムが溶出し、アルカリ性で砒素が溶出する傾向がみられ、両者を基準値未満に抑制する対策は、不溶化材配合および

安定性の評価(酸添加・アルカリ添加)において、中性域(pH7程度)を保つことが有効であり、さらなるコスト縮減が図れると判断された。この検討を基に、環境(条件)の変化によってpHが変化しないよう、pH緩衝性を高めた不溶化材(A4)の製造を不溶化材開発者に依頼し、配合試験①②の追加実施を提案した。

(2) 確認試験結果(配合試験①②の追加実施)

改良した不溶化材(A4)の配合試験①はすべて基準値を満足した。また、配合試験②は、中配合と高配合で基準値を満足する結果が得られ、最適配合はA4材の中配合となった(表-2参照)。

表-2 確認試験(配合試験①②の追加実施)の結果

試験名	不溶化材	配合量	試験条件 (安定性試験)	pH	溶出量試験			判定
					カドミウム及びその化合物	鉛及びその化合物	砒素及びその化合物	
					0.01以下 (mg/l)	0.01以下 (mg/l)	0.01以下 (mg/l)	
配合前試験	*	***		7.1	< 0.001	0.062	0.032	***
配合試験①	A4	低	***	7.3	< 0.001	< 0.005	0.001	○→配合試験②
		中	***	7.4	< 0.001	< 0.005	< 0.001	○→配合試験②
		高	***	7.7	< 0.001	< 0.005	< 0.001	○→配合試験②
配合試験②	A4	低	酸添加	6.9	0.003	< 0.005	< 0.001	○
			アルカリ添加	6.7	< 0.001	< 0.005	0.011	×
		中	酸添加	7.4	0.002	< 0.005	< 0.001	○
			アルカリ添加	6.9	< 0.001	< 0.005	0.006	○
		高	酸添加	7.7	0.001	< 0.005	< 0.001	○
			アルカリ添加	6.8	< 0.001	< 0.005	0.003	○

※赤字は基準値不適合、※このほかの第二種特定有害物質はすべて適合

4. 評価

一連の試験結果から土壌の特性(pH依存性)を推察し、不溶化材の改良によって配合量を当初適合となった不溶化材Bの高配合よりも少なくできたことで、対策に要する費用が1/3程度に縮小できた。また、処理土を中性に保つことで、搬出場所で浸透水が酸性・アルカリ性となり、地山のpHが変化することで新たに重金属の溶出が発生するリスクを低減できたと考える。

参考文献

- 1) (社)土壌環境センター:『重金属等不溶化処理土壌のpH変化に対する安定性の相対的評価方法』、平成20年3月7日

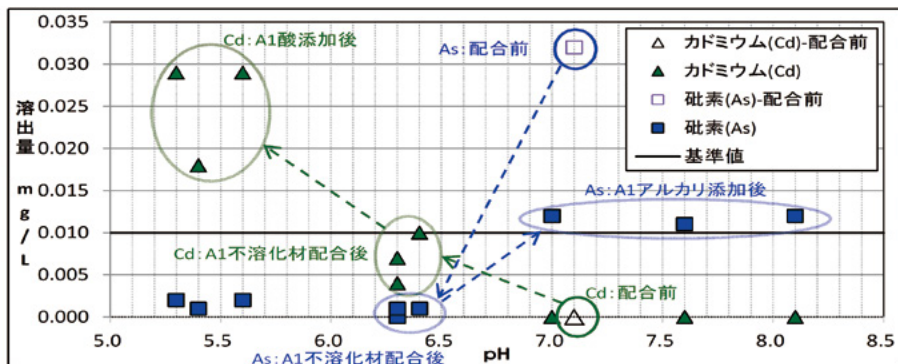


図-2 カドミウム(Cd)および砒素(As)とpHの関係(配合前~A1不溶化材)

複合ラーメン橋における 維持管理の 優位性についての検証

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

我が国の財源は、少子高齢化による税収減少や社会保障費の増大の中で、厳しい財政下に置かれている。その一方で修繕が必要とされる管理橋梁は年々増加する傾向にある。このため限られた財源の中で維持管理費を抑制する有効な工法を提案することは、土木技術者にとって大きな命題となっている。対象橋梁である雁来5号橋は、桁高を低く抑え、耐震性の向上を目指し、上部工を鋼床版鉄桁、剛結部をコンクリート充填鋼殻構造、杭基礎を鋼管杭で構成された複合ラーメン構造としたが、橋梁の最大劣化要因である「水」を遮断する構造であるため、上記課題も克服する維持管理性に優れた側面も併せ持つ橋梁である。

本稿では、架橋から5年経過した現在の雁来5号橋について、その健全度を評価し、維持管理の優位性を確認するとともに今後の維持管理への提言を行うものである。

キーワード 複合ラーメン構造, 漏水, LCC

1. はじめに

雁来5号橋については、その特徴的な構造性から今までたくさんの論文¹⁾²⁾³⁾⁴⁾が発表されてきた。今回は構造性能ではなく、維持管理性能という観点から切り込んで話を進めていきたいと考える。

本橋は、複合ラーメン構造であるため、伸縮装置・支承・橋座面がない(図-1)。このため橋面から桁下への水の供給はないと考えられることから橋の健全性が保たれる構造である。架橋から5年経過した現在の状況を目視点検することにより、架橋当時の性能を確保出来ているか検証し、効果を確認した。



写真-1 雁来5号橋全景

2. 点検方法

橋面と桁下の両方向から目視点検を行い、現時点での劣化や損傷状況について確認した。橋面では、舗装のひび割れや段差の有無についての調査の他に鋼製地覆・縁石の発錆状況についても確認した。

桁下では、床版下面や剛結部の漏水状況(橋面からの水の供給の有無)を確認した。また、鋼材の腐食状況や溶接部の亀裂、ボルトの抜け落ち・緩みについても併せて確認した。

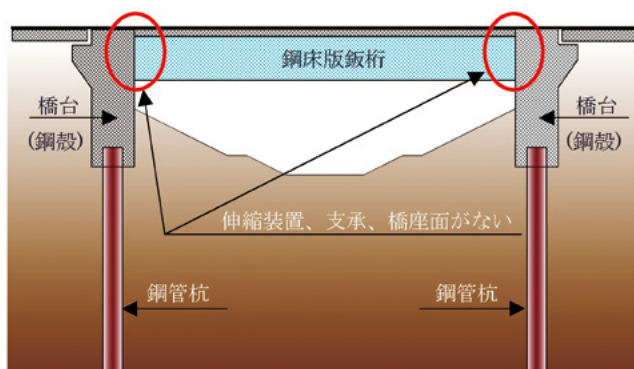


図-1 構造概略図

3. 点検結果

目視点検から、桁下の健全性は確認出来た。路面については、劣化している箇所も確認されたため、今後の問題点として別章に記載することとした。以下に雁来5号橋の路面及び桁下(橋座面付近)状況と、一般的な橋梁との比較を行うために近接する橋梁の状況写真も添付する。



写真-2 路面状況(雁来5号橋)



写真-3 桁下状況(雁来5号橋)

写真-3で判るように、雁来5号橋の桁下は、想定していたとおり劣化、損傷は見られなかった。また漏水がないため、護岸部分の連節ブロックも健全な状態が保たれていた。鋼橋部材も当初計画の挙動を示しているためか、鋼材の破断や亀裂など異常な荷重が掛かることによって生じる損傷などは、見られなかった。このことから、複合ラーメン構造は優れた維持管理性能を有する橋梁であることが判断出来る。

今後もこの健全性を持続することが出来れば、通常の橋梁で必要となる以下の更新作業が不要となり、ライフサイクルコストの低減(供用年数を100年と設定した場合の概算金額: 38,400千円(直接工事費))を図ることが可能となる。

①伸縮装置の取替

(200千円/m×53m)×3=31,800千円

②支承の塗り替え、モルタル補修

(100千円/箇所×22箇所)×3=6,600千円

一方、比較対象として撮影した橋梁は、架橋後2年しか経過していないが、伸縮装置を埋設ジョイントとしているため、漏水している状況が確認出来る(写真-4,5)。特に北海道では、積雪寒冷地という地域性から、冬期間は融雪剤を散布することを考えると、路面からの漏水は避けなければならない事象である。漏水により考えられる劣化・損傷は、支承モルタルや橋座面の劣化だけではない。堅壁を伝わり連節ブロック下の土に水が供給されることは、土の凍結融解に結びつくものでブロックの不陸に繋がる恐れもある。

ここまでは、雁来5号橋の優れた維持管理性を述べてきたが、路面については劣化している箇所があるなど、全てにおいて優れているわけではない。特にラーメン構造では、伸縮装置がないため、桁の温度変化による伸縮量や地震時の挙動が橋台(鋼殻部)に伝わり変位が生じる。これにより橋台背面と背面土砂が乖離することは、本構造形式を採用した橋梁の共通した課題である。

以上、桁下調査と路面調査の結果より今後複合ラーメン橋における長寿命化を図る上での問題点を次章にまとめる。



写真-4 路面状況(近接橋梁)



写真-5 桁下状況(近接橋梁)

4. 今後の問題点

点検結果から劣化が確認された箇所について以下に述べる。

(1) 橋台背面のクラック

設計当初から懸念されていた橋台背面のクラックは、昨年度の調査においても大きくひび割れており、放置しておいた場合は、水が構造物の背面に染み込み、水圧の発生、裏込め土の流出など劣化に繋がる恐れがあるため、早急な対策が必要であると考えられる。

橋台背面と背面土砂は常に乖離しているため、現在舗装面に生じているクラックは、リフレクションクラックと考えられる(図-2)。このため、対策工法として、クラック抑制シートによる補修を市役所と協議の上、提案した(図-3)。

今後は、クラックの挙動を定期的に確認し、クラック抑制シート採用の妥当性を検証する必要がある。



補修前



補修後

写真-6 補修前後の状況

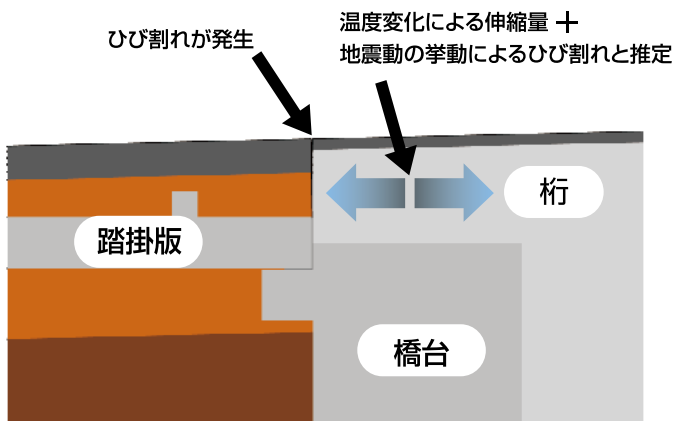


図-2 橋台背面ひび割れ状況図

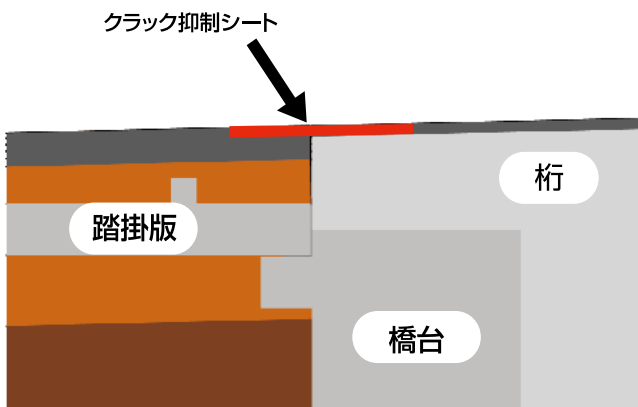


図-3 対策工概略図

(2)橋面に露出している鋼製部材

本橋の縁石や地覆は鋼製である。当初は塗装により防錆効果を発揮していたが、除雪車のグレーダー等により塗装が剥離し発錆している箇所も見られる。鋼床版全般における問題点であり、特徴的なことではないが、改善が望まれる事項である。



写真-7 鋼製縁石腐食状況

5. 考察

本橋梁は、複合ラーメン構造という優れた構造性から①桁高を低く抑えることが出来る、②耐震性を向上することが可能であるという大きな長所を持つ橋梁である。

しかし、今回目視点検を行い雁来5号橋の健全性を確認したことにより、設計当初から想定されていたもう一つの長所である『維持管理性に優れた側面も併せ持つ構造』であることを証明することが出来た。

コンクリート充填鋼殻剛結部という特異な構造を持つ本橋梁は、今後10年20年と経過するに従い、想定外の事象も発現する可能性は否めないが、想定内の損傷(舗装や塗装)で有れば十分補修可能であり、且つ更新費用が、一般的な橋梁に掛かるライフサイクルコスト(38,400千円)を上回ることは考え難い。

今後も定期的な調査・診断を行うことによりその健全性を持続することが可能である。

また、本橋のデータ蓄積により、同型式橋梁の採用が容易になり、複合ラーメン橋梁が汎用化されることは、莫大な更新費用に頭を悩ませる道路管理者にとっても朗報であると考えられる。

雁来5号橋関連発表論文

- 1)長山秀昭,中西克佳,半浦剛,勝俣征也,長坂秀一,江本賢治,佐藤靖彦,上田多門,「複合ラーメン橋のコンクリート充填鋼殻剛結部における水平交番載荷実験」,第6回複合構造の活用に関するシンポジウム講演集,2005年11月
- 2)江本賢治,古内仁,佐藤靖彦,上田多門,半浦剛,宮川隆雄,桐本裕二,「複合ラーメン橋のコンクリート充填鋼殻剛結部における3次元有限要素解析」,第6回複合構造の活用に関するシンポジウム講演集,2005年11月
- 3)江本賢治,古内仁,上田多門,「複合ラーメン橋の剛結部に関する解析的検討」,コンクリート工学年次論文集,Vol.28,No.2,2006
- 4)中山耕太,古内仁,上田多門,「コンクリート充填鋼殻剛結部における杭接合部の破壊について」,土木学会第63回年次学術講演会,2008年9月

砂防えん堤に係わる 点検調査・補修業務の 実施事例と今後の展望

REPORT

技術部 河川砂防課



楠 馨
(RCCM:河川、砂防
及び海岸・海洋)



藤平 雅之
(RCCM:河川、砂防
及び海岸・海洋)

概要

対象となる砂防えん堤は、堤体の嵩上げを行うにあたって、既設えん堤の有効利用を図り、それによる事業費の縮減が求められていた。しかし、当該えん堤は竣工から30年以上が経過しており、その表面にはコンクリートの劣化を示すひび割れや剥離等が多数確認されていた。このため、コンクリートの劣化要因を把握・分析するため、堤体表面の目視調査と点検調査を行い、既設利用の可能な範囲や取り壊し部の補修工法などについて検討を行った。

本稿では、砂防えん堤における点検調査の方法と補修の実例について記載する。

キーワード 砂防えん堤、点検調査、補修

1. はじめに

本稿の対象となる砂防えん堤は、昭和50年代に建設されたが、近年の豪雨などにより流域内の荒廃が進んだことから、砂防計画の見直しが行われ、堤体の嵩上げや水通し断面の拡大などの大規模な改良を行うことになった。この改良を行うにあたっては、昨今の公共事業費の縮減や既設構造物の有効利用、建設廃材の削減などの観点から、既設えん堤の有効利用が求められた。しかし、堤体表面の目視調査の結果、ひび割れやエフロレッセンス、剥離などが多数確認され、コンクリートの劣化がかなり進行していると予測された。



写真-1 えん堤の劣化状況

これらの劣化の主な要因は、ひび割れやエフロレッセンスなどの発生状況から、北海道特有の凍害と想定された。また、えん堤周辺の地域性からシリカ質鉱物等が骨材として使用されている可能性があることから、アルカリ骨材反応(ASR)も劣化要因として想定された。

このようなことから、これらの劣化要因の把握・分析を目的とした点検調査を行い、その結果をもとに、既設えん堤の利用可能な

範囲の特定、既設堤体の補修工法や改良による堤体の嵩上げ方法などについて検討を行った。

2. 点検調査方法について

劣化要因の把握・分析を行うにあたり、主な点検調査項目として、圧縮強度試験、静弾性係数試験、微細ひび割れ観察¹⁾を選定した。

(1) 圧縮強度試験・静弾性係数試験

圧縮強度試験は、コンクリートの圧縮強度を測定し、劣化による強度低下の有無を把握することを目的として実施した。静弾性係数試験は、圧縮強度試験の際にひずみを計測し、圧縮強度とひずみから静弾性係数を算定するものである。一般的に、ASRにより劣化したコンクリートは、健全なコンクリートに比べ、同程度の圧縮強度において静弾性係数が著しく低くなる。コンクリート内部に劣化によるひび割れが存在するかを定量的に把握することを目的として、水通し部、袖部のそれぞれ1箇所合計2箇所を実施した。

(2) 微細ひび割れ観察

コンクリートのひび割れは、目視観察が可能なコンクリートの表面だけではなく、内部にも発生する。一般的に、凍害によるひび割れはコンクリートの表面付近に発生する。一方、ASRによるひび割れはコンクリート内部にも発生し、骨材を貫通するひび割れも発生する。そこで、コンクリート内部のひび割れの有無や発生範囲、発生状況などの把握を目的として、えん堤から採取したコアを用いて、蛍光エポキシ樹脂含浸法による微細ひび割れ観察を実施した。本観察は、採取したコア試料を低温で炉乾燥した後、低真空状態

(1/100気圧)で蛍光塗料を添加したエポキシ樹脂をひび割れに注入させる。これにより、コンクリート内部の微細ひび割れを可視化(紫外線照射による写真撮影)するものである。供試体は当試験において標準である直径10cm、長さ20cmとした。調査箇所は、水通し部の1箇所、袖部の3箇所の合計4箇所とした。

3. 調査結果および劣化要因の特定

(1) 圧縮強度試験・静弾性係数試験

圧縮強度試験と静弾性係数試験の結果は、図-1のとおりである。調査した2箇所ともに圧縮強度は設計基準強度(18N/mm)を上回っているが、圧縮強度に対する静弾性係数が健全なコンクリートの許容範囲の下限値を下回っている。このことから、コンクリート内部にひび割れが存在している可能性が極めて高いことが確認できた。

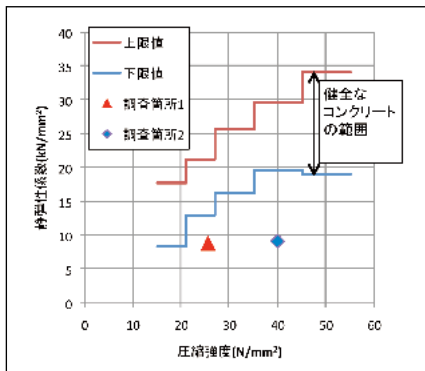


図-1 圧縮強度試験・静弾性係数試験結果

(2) 微細ひび割れ観察

微細ひび割れ観察の結果を写真-2に示す。調査した4箇所全てにおいて、コンクリート表面から約15cmまでの範囲でひび割れが確認された。また、ASRの特徴の一つである骨材を貫通するひび割れについても、全ての調査箇所において確認された。これらの調査結果から、既設えん堤の主な劣化要因は、凍害とASRによる複合的要因と判断した。

4. 既設えん堤の利用可能な範囲の特定および補修工法について

堤体コンクリートの劣化は、堤体表面から約15cmまでの範囲で生じており、それより内部はひび割れも少なく比較的健全な状態である。このため、堤体表面から15cmの範囲については、図-2に示すように取り壊しを行い、それより内部は既設利用を図ることとした。また、取り壊し部分の補修については、堤体の嵩上げに伴

い既設えん堤に腹付けする新規のコンクリートと同時打設を行うことで、外部からの水の供給を防ぎ、既設コンクリートの凍害およびASRによる劣化を抑制することとした。

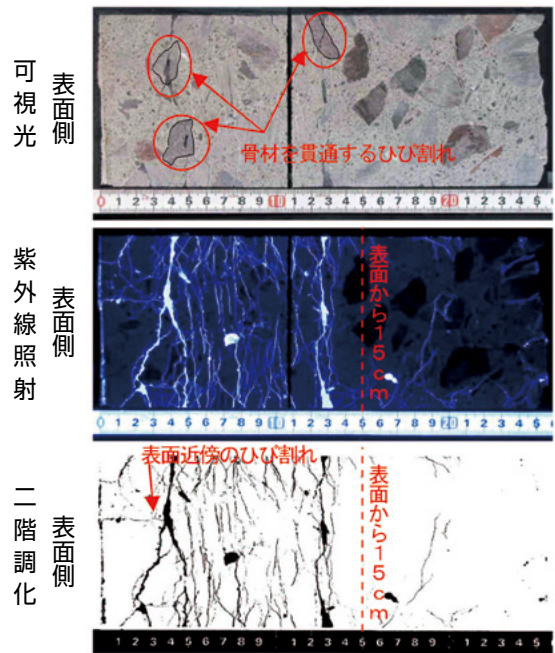


写真-2 微細ひび割れ観察結果

なお、新規のコンクリート打設を行うにあたっては、打設時に生じるひび割れの発生防止のため、はつり部を除いて最低50cmの厚さを確保するとともに、ポリプロピレンなどの補強繊維を混入したファイバーコンクリートを用いることとした。

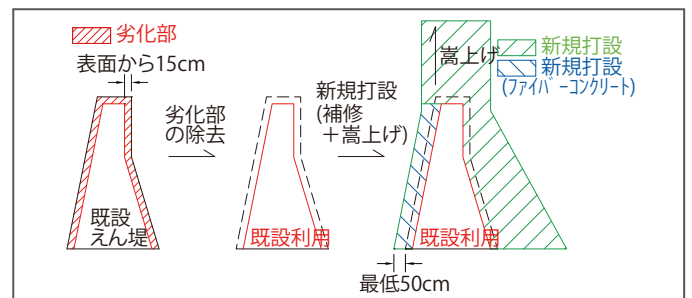


図-2 補修と嵩上げについて

5. 終わりに

2012年12月に発生した中央自動車道の天井落下事故を受け、インフラの維持管理に対する国民の関心が高まっている。このような背景から、北海道においても、砂防施設などを対象とした老朽化に関する緊急点検および補修工事が実施されることになるが、公共事業費が縮減される中、効率的な補修技術、安価な補修材料などの開発が急務となっている。

参考文献

- 1) 近藤悦郎ほか: 蛍光エポキシ樹脂含浸法による微細ひび割れ観察の適用事例, 土木学会第65回年次学術講演会, V-367, pp.733-734, 2010.9

特定外来生物 オオハンゴンソウの 対策について



宮本 大



本間 英敏
(技術士:建設部門)

REPORT

技術部 環境計画課

概要

特定外来生物に指定されているオオハンゴンソウは、全道各地に生育しており、工事の現場内においても多数確認されている。特定外来生物に指定された種は、外来生物法により飼育、栽培、保管および運搬することが原則的に禁止される。また野外へ放つ、植えるおよび播くことも規制されるため、工事現場内で生育が確認された場合、伐開物や生育個所の土砂の処理方法には留意が必要である。

本稿では平成24年度にO川改修工事の際に行った対策を例に、特定外来生物オオハンゴンソウの対策について紹介する。

キーワード 特定外来生物、オオハンゴンソウ、駆除

1. はじめに

オオハンゴンソウは全道各地に生育しており(図-1)、土木工事の現場内においても多数確認されている。本種は外来生物法¹⁾により「特定外来生物」に指定されているほか、北海道ブルーリスト2010²⁾においても「本道の生態系等へ大きな影響を及ぼしており、防除対策の必要性について検討する外来種」(カテゴリーA2)に選定されている。そのため分布域の拡大を防ぐことが急務となっており、土木工事においても本種の防除や分布域の拡大を防ぐ対策を行うことが課題となっている。

本稿では、近年北海道において行われているオオハンゴンソウ対策のポイントと、実際に河川改修工事の際に行った対策を紹介する。

2. オオハンゴンソウの生態

オオハンゴンソウ(学名:*Rudbeckia laciniata*)は全道各地に生育する北アメリカ原産のキク科の植物である。明治時代中期に観賞用として持ち込まれたが、逸出、野生化して河川沿いや道路沿いなどの肥沃で湿った場所に、地下茎から茎を束生し、大群落を形成する²⁾³⁾。高いもので2mを超える多年草であり、開花期は北海道では8~9月頃である。花は他のキク科植物と同様、小さな花(舌状花と管状花)が多数集まって直径6~10cmの頭状花を形成している⁴⁾。繁殖方法は種子と地下茎からであるが、本種の種子は休眠性を有するため、結実の翌年に発芽しなかった場合でも数年後に発芽する可能性がある。また、本種を引き抜いた後であっても土中に根の破片が2.4g程度残っている場合は、そこから地上部を再生できることが知られている⁵⁾。

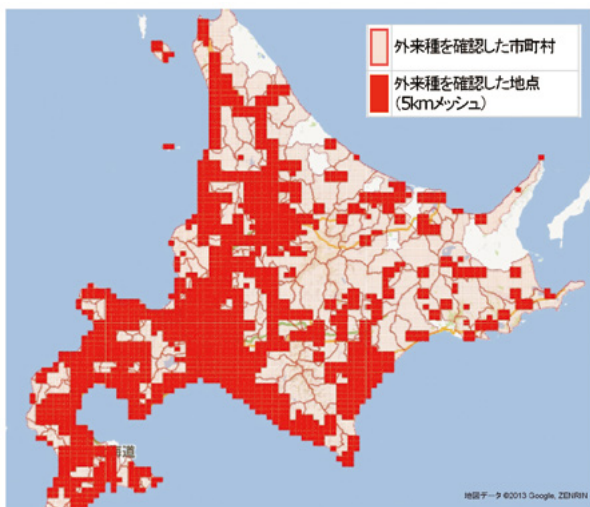


図-1 道内におけるオオハンゴンソウの分布²⁾



写真-1 オオハンゴンソウ

3. 特定外来生物の指定

(1) 概要

特定外来生物とは、外来生物(海外起源の外来種)であって、生態系、人の生命・身体、農林水産業へ被害を及ぼすもの、または及ぼす恐れがあるものの中から指定され、北海道ではオオハンゴンソウのほか、アライグマやウチダザリガニ、アメリカミンクなどの生息が確認されている。オオハンゴンソウは、生態系に影響を及ぼす恐れがあるとして「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律(外来生物法)」において、第2次指定種として2005年12月に追加指定されている¹⁾。

(2) 規制内容

外来生物法により指定された特定外来生物には、表-1に示すような規制がかけられており、これに違反した場合には罰則が定められている。

表-1 特定外来生物の規制内容(外来生物法)

条項	内容	
規制	第四条	『飼養等の禁止』 ・「飼養等」とは、植物では「栽培、保管、運搬」を指し、これらの行為の禁止
	第八条	『譲渡し等の禁止』 ・「譲渡し等」とは、「譲渡し、譲受け、引渡し、引取り」を指し、これらの行為の禁止
	第九条	『放つこと、植えること又はまくことの禁止』 ・「放つ、植える、まく」の行為の禁止
罰則	第三十二条	・販売、頒布目的の飼養等(第四条) ・販売、頒布(第八条) ・放つ、植える、まく行為(第九条) 三年以下の懲役 または 三百万円以下の罰金
	第三十三条	・第四条、第八条に違反した者(第三十二条に該当する行為以外) 一年以下の懲役 または 百万円以下の罰金
	第三十六条	・法人に対する罰金刑 第三十二条 : 一億円以下 第三十三条 : 五千万円以下

4. 工事における対策のポイント

外来生物による被害防止三原則は、「入れない」、「捨てない」、「拡げない」¹⁾の3つである。このうち、工事における対応としては、分布を「拡げない」ことを中心に考えることが基本となる。オオハンゴンソウ生育箇所の表土には本種の根や地下茎、埋土種子を含んでいることから、工事でこの表土を利用する場合、本種の分布を拡げる可能性がある。このような状況を避けるため、工事中における「拡げない」対策のポイントについて以下に述べる。

(1) 除草作業

オオハンゴンソウは種子または地下茎で繁殖することから、種子形成前であれば地上茎や花に生殖能力はなく、刈り倒しても生息域の拡大にはつながらない。しかし、種子形成後の場合は、作

業前に種子を採り、ビニール袋へ入れるなど、散逸させない配慮が必要である。また、刈り取った地上茎は「廃棄物の処理及び清掃に関する法律(以下、廃掃法)」による規制を受けることから、焼却処分場へ一般廃棄物として処理する必要がある。

(2) 表土のすき取り

表土のすき取りを行う際、オオハンゴンソウの根が残るとそこから再生することから、現地で根の深さを確認し、十分な深さまですき取る必要がある。すき取り土はふるい分けを行い、これにより発生した根系は廃掃法に従い、一般廃棄物として最終処分場へ運搬廃棄する必要がある。オオハンゴンソウ処理試験⁶⁾の結果では、残存した根系等からの出芽は30cm以上の覆土により抑制できることが報告されている。このことから、ふるい分け後の土は、本種の生育が確認されていない箇所の土で30cm以上覆土する。

(3) 移動、運搬

オオハンゴンソウの種子や根などを運搬する際は、シートで覆うなど、散逸防止に留意する必要がある。また、工事車両が現場から出る際にはタイヤなどの洗浄を行うことが望ましい。

5. オオハンゴンソウ対策事例

〇川では、平成21年度から災害に強いまちづくりの推進(洪水対策)を目的に河川改修工事が進められている。工事では河道掘削や築堤工が行われているが、平成24年度夏季調査において、現況河道周辺にオオハンゴンソウの生育が確認された(写真-2)。



写真-2 オオハンゴンソウ生育状況

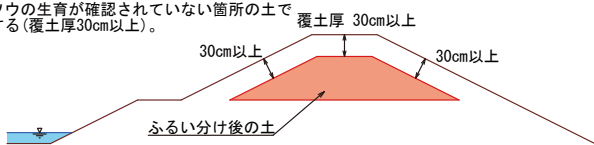
オオハンゴンソウは、平成24年度施工区間の現況河道沿いに密生しているほか、過年度施工区間においても生育が確認された。このため、平成24年度の工事では施工箇所への侵入防止を目的に、オオハンゴンソウ対策を行った。

(1)対策の実施内容

前述の工事における対策のポイントを踏まえ、下記の通り対策を実施した。

- ①施工区間に生育するオオハンゴンソウを刈り取り、すきとった表土をふるい分けし、地上茎および根は一般廃棄物として処理。
- ②ふるい分け後の土は、周辺に処理する場所が無いことや現地材料の有効利用の観点から、築堤内部の盛土材として利用し、その上に30cm以上覆土した(図-2)。

オオハンゴンソウ生育箇所の表土をすき取り、ふるい分け後の土は築堤の中へ入れ、オオハンゴンソウの生育が確認されていない箇所の土で覆土する(覆土厚30cm以上)。



- ③築堤には次年度以降に法面保護を目的とした植生の吹付を予定している。それまでの期間、施工範囲外に生育するオオハンゴンソウからの種子による生育範囲の拡大を防ぐため、築堤をブルーシートで覆った。

(2)結果

平成24年度に行ったオオハンゴンソウ対策について、その効果を確認するため、平成25年の春季に本種の出芽状況の調査を行った。調査結果の概要を表-2に示す。

表-2 調査結果概要

区間	区分	対策	オオハンゴンソウ生育状況		備考
			H24(夏季)	H25(春季)	
過年度施工区間 (対策未実施)	築堤	—	少数点在	なし	吹付あり
	高水敷・ 低水路	—	密生	多数点在	
H24施工区間 (対策実施)	築堤	覆土	密生	なし	全体的に無植生
	高水敷・ 低水路	すき取り	密生	少数点在	

※H24(夏季)調査はH24の施工前に実施

過年度施工区間(対策未実施)の築堤部には吹付が行われており、イネ科草本類が生育しオオハンゴンソウは見られなかった。しかし、高水敷や低水路法面には本種を多数確認した。一方、H24施工区間(対策実施)の築堤部は、全体的に無植生の状態であり、本種も確認されなかった。また、すき取りを実施した高水敷や低水路法面は、本種の生育が確認されたが、過年度施工区間(対策未実施)よりは確認株数が少なかった。しかし、平成25年度調査は出芽期である春季に実施したため、今後夏に向けてさらに株数が増えることが予想される(図-3、写真-3,4)。

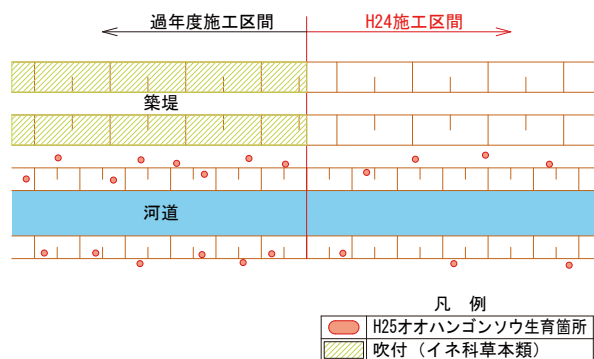


図-3 H25オオハンゴンソウ確認状況(イメージ)



写真-3 堤防の状況



写真-4 確認したオオハンゴンソウ

(2)考察

現段階では、H24施工区間(対策実施)における対策の効果は不明であるが、高水敷や低水路法面でオオハンゴンソウを確認している一方で、築堤では生育していないことから、覆土は一定の効果을あげていると考えられる。また過年度施工区間(対策未実施)の調査結果をみると、吹付を実施した築堤部で生育株が少ないことから、吹付がオオハンゴンソウの侵入を抑制している可能性がある。このことから、「覆土+吹付」を行うことでより効果的な対策になることが示唆される。今後はさらに調査を進め、対策の効果を検証していくことが望ましい。

高水敷や低水路法面で確認された株については、生育範囲の拡大を防ぐため、種子を形成する前に引き抜くことが望ましい。なお、これらの株が生育していた原因としては、表土のすき取り厚さが薄く、土中に根の破片が残り、そこから再生したと考えられる。このことから、表土のすき取りを行う段階で根の深さを確認し、十分な深さまで表土をすき取ることが重要であるといえる。

本事例は、河川改修工事に伴い工事範囲内で実施された対策であるが、現場周辺の草地や農道脇にも本種の生育範囲が広がっている(写真-5)。また工事範囲内には、多数のエゾシカの足跡が確認された(写真-6)。今後これらの場所が種子の供給源になり、車両やエゾシカによる種子の拡散により分布域を広げる可能性がある。



写真-5 道路沿いに群生するオオハンゴンソウ



写真-6 対策区間に確認したエゾシカの足跡

6. おわりに

工事におけるオオハンゴンソウ等の特定外来生物への対応は、予算や人員など様々な制約があり、種を根絶させることは非常に困難である。また仮に根絶できたとしても、周辺に種子の供給源がある場合、再度進入する可能性が高いことから、できる限り周辺の生育株も同時に駆除することが望ましい。また、対策後も侵入してきた株を引き抜く等の作業を継続し、種の根絶を目指すことが必要である。

参考文献

- 1) 環境省自然環境局野生生物課:『外来生物法-特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律-』
- 2) 北海道環境生活部環境局自然環境課:『北海道ブルーリスト2010』, 2010年.
- 3) 梅沢俊:『新北海道の花』,北海道大学出版会, pp.30, 2007年.
- 4) 環境省自然環境局野生生物課:『特定外来生物同定マニュアル』植物詳細PDF版
- 5) 大澤剛士・赤坂宗光:『簡易版 特定外来生物オオハンゴンソウ駆除マニュアル』,2009年
- 6) 三上紘輝・奥山昌幸・塩田惇:『石狩川上流掘削工事における特定外来生物オオハンゴンソウの処理方法(第1報)』,国土交通省北海道開発局.

● 編集後記 ●

私事ですが、現在拙宅改築中で発注者の立場となっております。

日頃、受注者として業務にあたっていますが、発注者の立場となってみていろいろと気づかされることができました。

営業マンについては、こちらからの質問や要望に対して必ずその日のうちに返信をくれます。休日であってもです。「休みの日まで頑張らなくても」とも思いますが、迅速な対応にはとても安心できます。

設計担当者については、設計に係る疑問や要望に対する的確な答えや予想を超える提案にはつくづく感心させられ、「この人たちに任せておけば大丈夫だろう」と、安心感が高まりました。

現場担当者については、特にこちらが求めなくても工事の進捗状況をアルバムにまとめ、1～2週間に1度報告してくれます。頻繁に現場を見に行くことができない中、進捗が確認できるため、こちらについても安心感が高まりました。

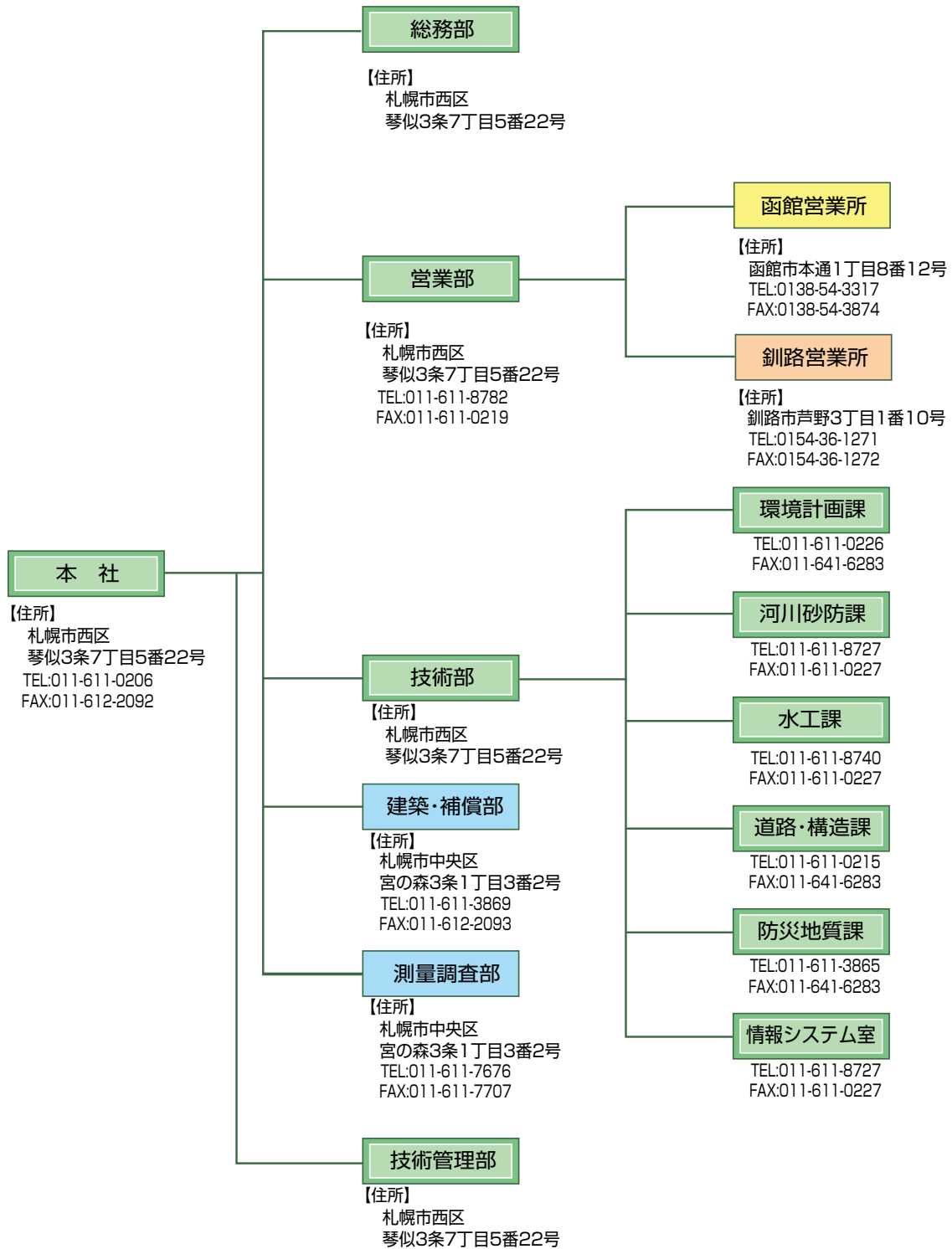
このように書き出してみると、いずれも私の「安心感」につながっており、迅速・的確なコミュニケーション、高度な技術力・提案力などがその土台になっていると思われます。これらのスキルは私たちが日頃もっとも重視していることですが、私自身が発注者の立場になってみて、あらためてその重要性に気づかされました。

今回の技術レポート作成にあたっては、社内においては職員の技術力の向上を主目的に、社外においては発注者の皆様に少しでもお役に立つことを目的に進めました。私どもも、発注者の皆様の「安心感」につながるよう、コンサルタントに求められるさまざまなスキルの向上をめざし精進してまいりますので、皆様におかれましては今後ともご指導ご支援いただきたくお願い申し上げます。

最後に、取りまとめにあたりまして、発注関係者の皆様のご了解を得たうえで、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。

技術部部长 中原 修
技術管理部部长 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
- 土壌汚染対策法(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(実人数 3名)	■一級建築士	2名
■技術士(建設部門)	12名(実人数 12名)	■一級建築施工管理技士	1名
■技術士(応用理学部門)	1名	■一級土木施工管理技士	25名
■RCCM	20名(実人数 18名)	■測量士	26名
■MBA(経営管理修士)	2名	■地質調査技士	5名
■コンクリート診断士	2名	■土壌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

2013 技術レポート



和光技研株式会社

【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

ホームページ <http://www.wako-giken.co.jp>