

石狩川愛別頭首工の旧取水口撤去 及び閉塞工事について

旭川開発建設部 旭川農業事務所 第2工事課 ○土田 健介
 澁谷 靖
 大原 隆志

国営総合農地防災事業「石狩川愛別地区（平成10～19年度）」は、機能低下した石狩川愛別頭首工の新設及び旧頭首工の撤去を行った。

旧頭首工の取水口・導水路は、国道39号と供用施設になっている石狩川河川堤防に位置し、かつ直上流の道道の橋脚に隣接していることから計画検討の結果、撤去及び閉塞を行う施工方法とした。

本発表は、旧頭首工取水口の撤去及び導水路の閉塞工事にあたり隣接している国道の安全を確保するため、仮設として採用したアンカー式山留工法の設計・施工管理について報告するものである。

キーワード：設計・施工、コスト

1. はじめに

国営総合農地防災事業「石狩川愛別地区」は、北海道上川支庁管内の中央部に位置し、水田を中心とした農業地帯である。地区の基幹取水施設である旧頭首工は、①洪水流下能力の不足、②河床低下に起因した堤体の安全性の著しい低下となっていることから、平成10年度から平成19年度にかけて新頭首工の設置及び旧頭首工の撤去を行った。本報は旧頭首工の撤去工事に際して特に留意した事項について述べる。旧頭首工は、昭和35年に建設され新頭首工から約500m下流に位置するが、現在までの46年間に愛別町、近郊市町村の交通環境が大きく変化し、導水路が横断する河川堤防が国道39号と共用施設となったため、撤去に当たっては交通の安全を優先した施工管理体制で工事をする必要があった。



図-1 位置図



写真-1 旧石狩川愛別頭首工全景

2.撤去概要

旧頭首工施設の撤去（護岸工含む）の範囲を図一2、一3、一4に示す。

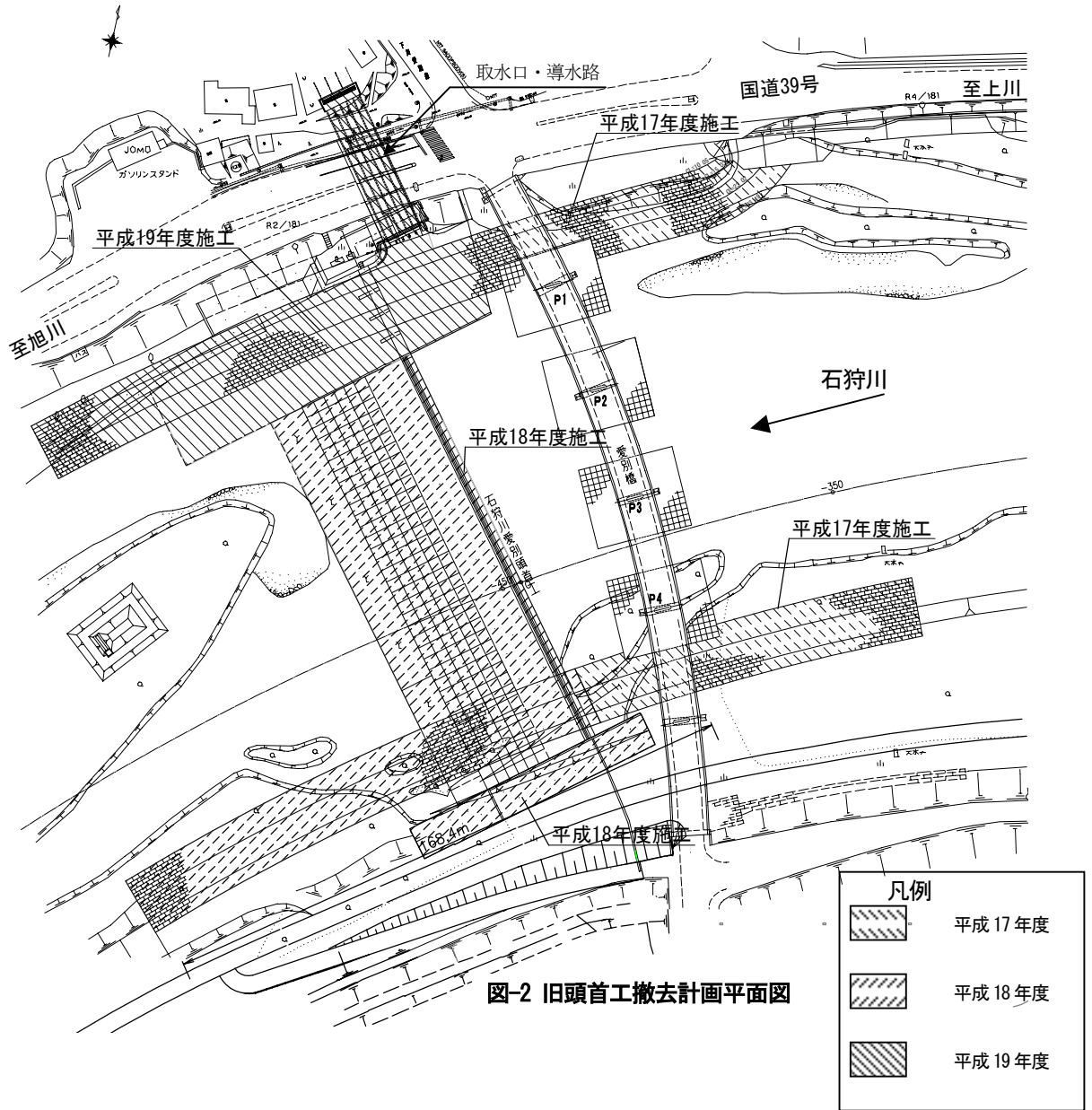


図-2 旧頭首工撤去計画平面図

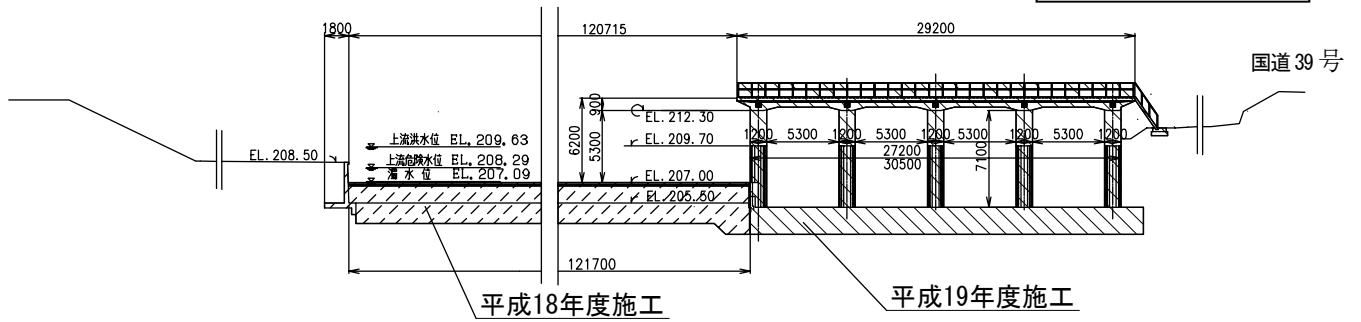


図-3 河川横断面

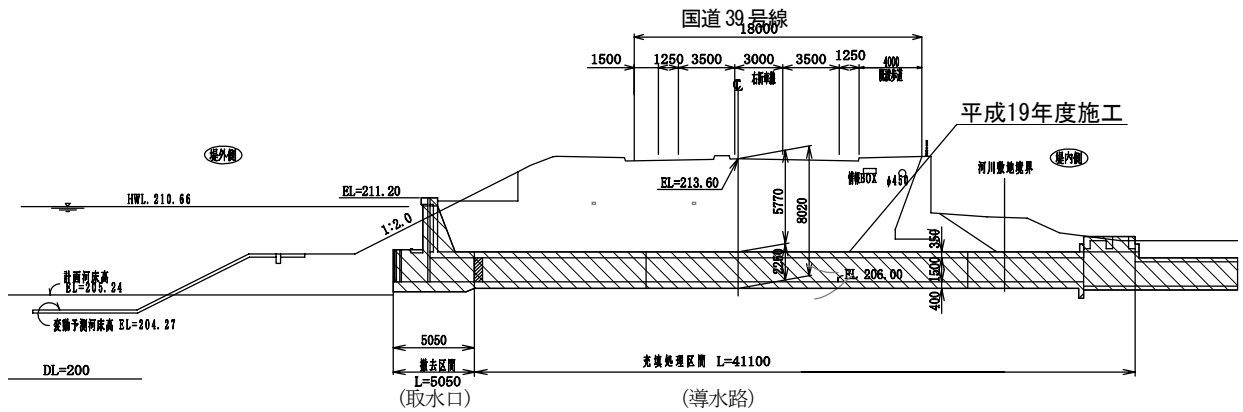


図-4 国道39号横断部

3.撤去計画

(1) 国道横断部撤去範囲の検討

導水路が横断している国道39号の交通量は1日1万台以上であり、取水口・導水路の位置は交差点に隣接している。導水路を全面撤去で計画した場合、国道の迂回道路を設置して現況の交通環境を維持しなければならない。

このため、まず既存の道路を利用した迂回案も検討したが、市街中心部を通る道道、町道では日交通量1万台以上を通行させる能力がないため、図-5のように迂回道路を建設する案を検討した。

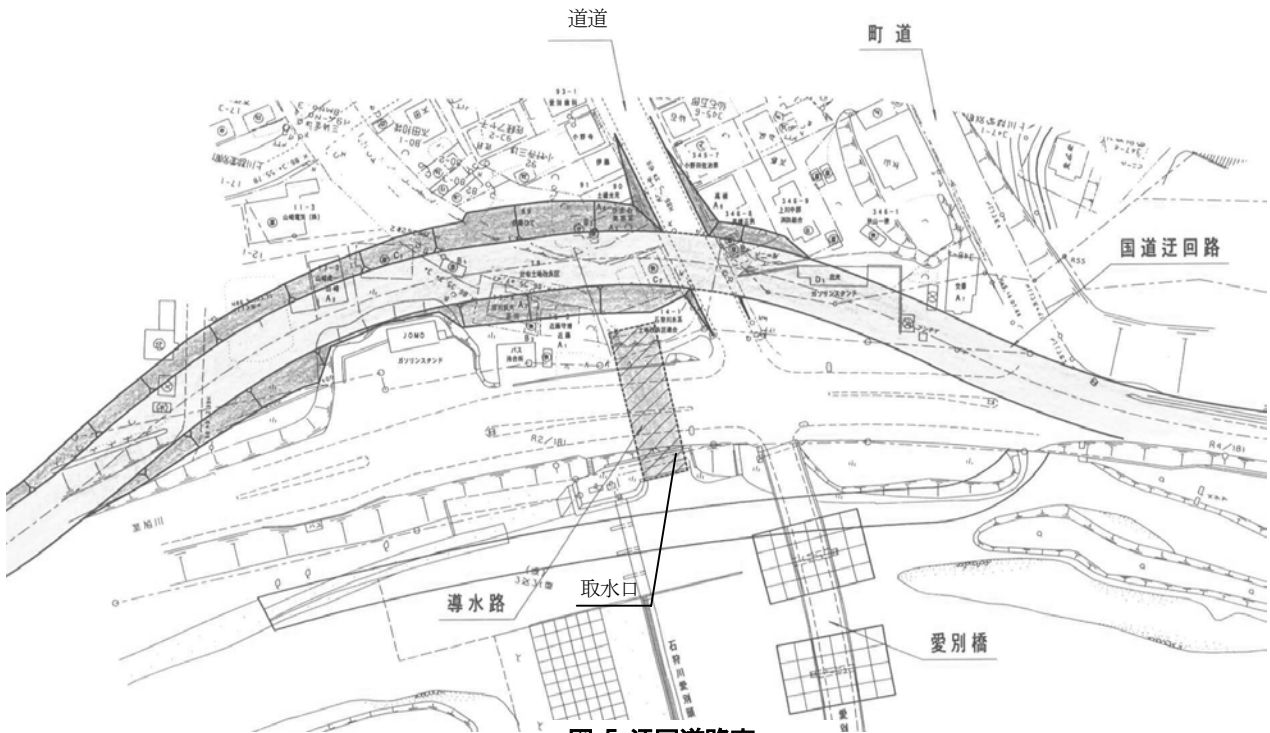


図-5 迂回路案

この場合、迂回路予定箇所は愛別町内における交通の要衝で迂回時期が非洪水期となる冬期となることから、道路交通に予測しがたい影響が懸念され、十分な安全対策が必要となること、なにより住居移設が必要となり、またそれに伴い補償などの費用が予想され

ることから、迂回路案は現実的でない判断した。このことにより、国道の通行を維持した状態での撤去計画の検討が必要になった。すなわち、全面撤去から部分撤去、一部存置（機能廃止）の検討に変更した。

(2) 撤去範囲の決定

国道交通に影響を与えない撤去及び存置（機能廃止）をどのように行うのかを検討しつつ河川管理者、道路管理者等の関係機関と協議を行い、撤去部分は取水口と導水路ボックスカルバートとの継ぎ目までとし、存置する導水路ボックスカルバートは築堤盛土材料と同等の一軸

圧縮強度が得られるエアームタルで充填し、機能廃止することとした。（図-6 参照）

このため、撤去計画は、既存国道を利用しながらの部分撤去となり在来交通に影響を与えないことになった。

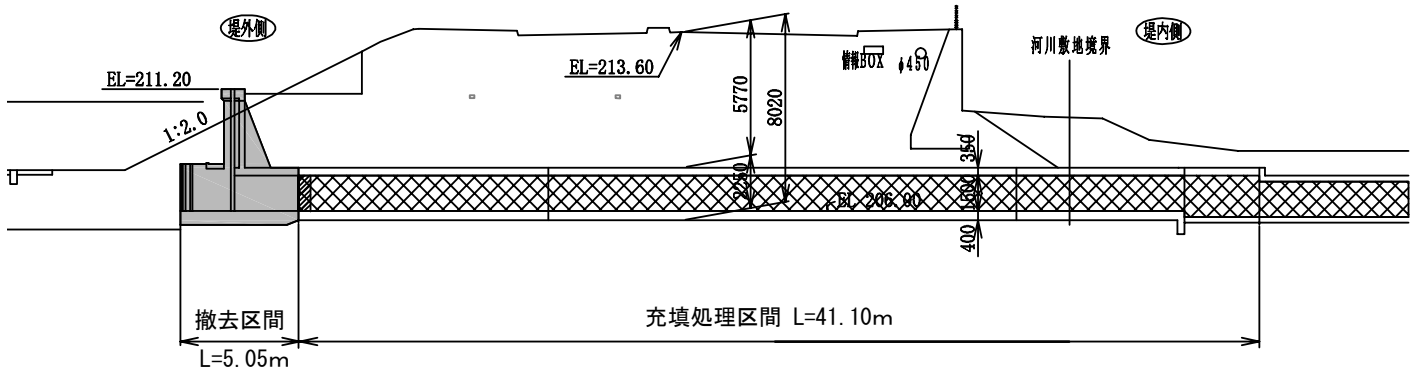


図-6 撤去区間の決定

4. 土留め工の検討

(1) 工法の検討

取水口の撤去に際しては、施工時の国道路体の安全確保のため、仮設土留め壁を設けることとする。

土留め工法としては、土留め側面は河川内のため、支保工の設置が難しいため、アンカー式土留め工法又は自立式土留め工法とが採用可能である。

しかし、自立式土留め工法は、杭頭の変位量（変形）が大きく国道への影響が予想されるため、国道への安全の配慮からアンカー式土留め工法を選定した。

（図-7 参照）

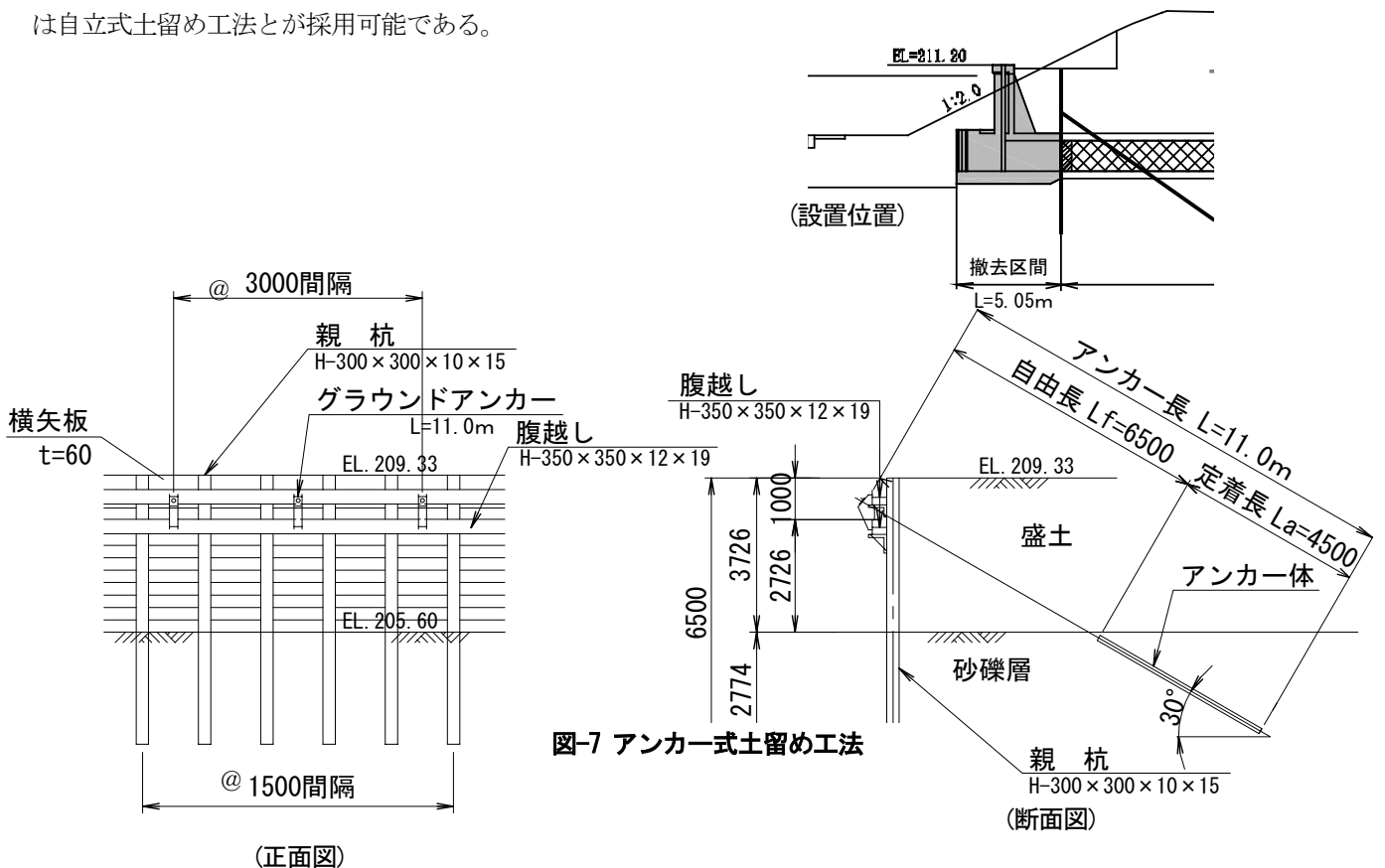


図-7 アンカー式土留め工法

(2)アンカー式土留め工法の設計

アンカー式土留め工法は、地中に形成したアンカー体に引張り材のアンカーを閉じ込め、地上からアンカーを緊張することで土圧に抵抗する支保工である。

この引張力はアンカー体と地山との摩擦抵抗から生まれるものであり、その大きさはTaで表わされる。

$$Ta = \pi \cdot D \cdot \tau \cdot la / Fs$$

Ta: 設計アンカー力 kN

D : アンカー体径 = ϕ : mm

τ : 周面摩擦抵抗 (MN/m²)

la : アンカー体長 m

Fs : 安全率、仮設構造物に対して

$$Fs = 1.5$$

表-2 極限周面摩擦抵抗

地盤の種類		極限周面摩擦抵抗 τ (MN/m ²)	
岩盤	硬岩	1.5~2.5	
	軟岩	1.0~1.5	
	風化岩	0.6~1.0	
	土丹	0.6~1.2	
砂礫	N 値	10	0.10~0.20
		20	0.17~0.25
		30	0.25~0.35
		40	0.35~0.45
		50	0.45~0.70
砂	N 値	10	0.10~0.14
		20	0.18~0.22
		30	0.23~0.27
		40	0.29~0.35
		50	0.30~0.40
粘性土		1.0×C(粘着力)	

(グラウンドアンカー設計・施工基準より)

(τ : 周面摩擦抵抗値の決定)

アンカー体は al 層(氾濫原堆積物)に形成される。N 値は標準貫入試験により 40~50 であるので安全を考慮し N 値を 40 とし、表-2 より極限周面摩擦抵抗 τ は 0.35~0.45 MN/m² となる。採用値は中間値の 0.40 MN/m² としてアンカーの規模を決定した。

(アンカー設計・検討)

1)アンカー設計荷重

PA : アンカー設計荷重 kN

$$PA = W \cdot B / \cos \alpha$$

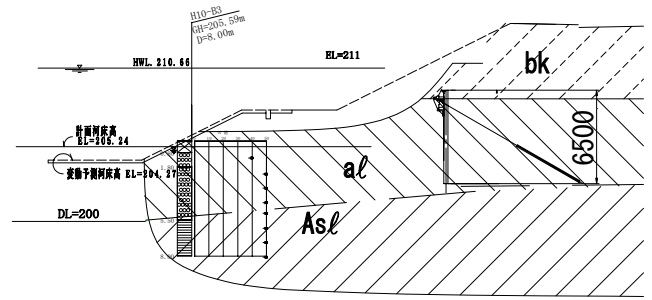
W: 反力 kN/m = 143.937 (支保工) (算出計算省略)

B: 分担幅 = 3.0m (親杭ピッチ 1.5×2) (図-7 より)

α : アンカー角度 = 30° (図-7 より)

$$PA = 143.937 \times 3.00 / \cos 30^\circ$$

$$= 498.6 \text{ kN}$$



凡例

地質時代	地質名	記号	記事
第四紀 完 新 世	盛土	bk	道路盛土・擁壁裏込め材・堤防盛土。
	氾濫原堆積物	al	砂礫は径50mm以下、最大150mの礫を多量に含む。
先第三紀	変別層 (粘板岩)	Asl	剥離性を有する中硬岩。

図-8 地質断面図

2)設計アンカー力

$$Ta = \pi \cdot D \cdot \tau \cdot la / Fs$$

D: アンカー体径 = ϕ 135mm

τ : 0.4MN/m² = 400kN/m²

la : アンカー体長 m = 4.50m (図-7 より)

Fs: 安全率、仮設構造物に対して Fs = 1.5

これより、定着長 la = 4.50m の定着力は、

$$Ta = \pi \times 0.135 \times 400.0 \times 4.50 / 1.5$$

$$= 508.68 \text{ kN} > 498.6 \text{ kN} \rightarrow \text{OK}$$

以上から、図-7に示す設計を採用した。

(3)アースアンカー試験

アースアンカーの試験目的は、施工されたアンカーが設計条件に適合した性能を有しているかを確認することであり、重要な施工管理となる。

試験方法は引き抜き試験、多サイクル試験、1サイクル試験が代表的である。

1)引き抜き試験

試験の目的: アンカー体を引き抜いてアンカー体と地盤の極限引抜き力を測定するもので、アンカー体の設計に用いた極限周面摩擦抵抗の仮定が妥当であるか否かを調べる。

2)多サイクル試験

試験の目的: アンカーを緊張させてアンカーの絶対変位、反力装置の変位、それぞれの時間に対する変位量を測定し、緊張力-変位量-時間関係を把握する。

3) 1サイクル試験

試験の目的: 確認試験は引張り試験でアンカーの変位性状をもとに、引張り試験を実施しないアンカーに対して簡易な方法で試験を行い、引張り試験のデータと比

較して設計荷重に対する安全性を確認する。

(4) アンカー式土留め工の施工管理

本土留工の施工管理は、交通量の多い国道との隣接現場であるため、重要仮設物と位置づけ、上述の引抜き試験を実施し、実際の極限周面摩擦抵抗 τ を求め、結果によっては、アンカー設計の見直しを実施し、より安全で経済的な仮設構造物を設置するものとした。また、施工したアンカーは多サイクル試験及び1サイクル試験を実施し、所定の設計アンカー力が確保されていることを確認することとした。

引抜き試験（1カ所）の結果は、計画された試験荷重で極限引き抜き荷重が確認されず、また危険な兆候も見られず、結果地盤の周面摩擦抵抗値は、 $\tau=0.66 \text{ MN/m}^2$ となり $\tau=0.40 \text{ MN/m}^2$ 以上を確認できた。

また多サイクル試験（2カ所）、1サイクル試験（残り10本すべて）の結果は、全て安定した値を確認し、土留め工の安全性を確認した。

(5) アンカー式土留め工の変位監視

アンカー施工が完了すると、河川側の掘削が始まりいよいよ張力がアンカーに作用する。壁体の変形は国道路面の沈下等に直結し、道路交通機能に支障を与えかねないため、河川側の掘削開始後は、杭頭の変位量の経過観察、国道路面状況の目視点検及びアンカーに設置した荷重計の監視を行い、万全の施工管理体制で旧頭首工の撤去工事を実施した。

日々の管理を行った結果は、杭頭、国道路面及び荷重計に異常はなく、安全な施工結果となった。

5. おわりに

アンカー式土留め工事は、国道の交通に支障を与えることなく撤去工事を終え、石狩川愛別地区の全工事が完了した。

最後に、石狩川愛別地区の事業実施及び本報告を作成するにあたりご協力をいただいた関係各位に厚くお礼申し上げます。



写真-2 施工前、施工後