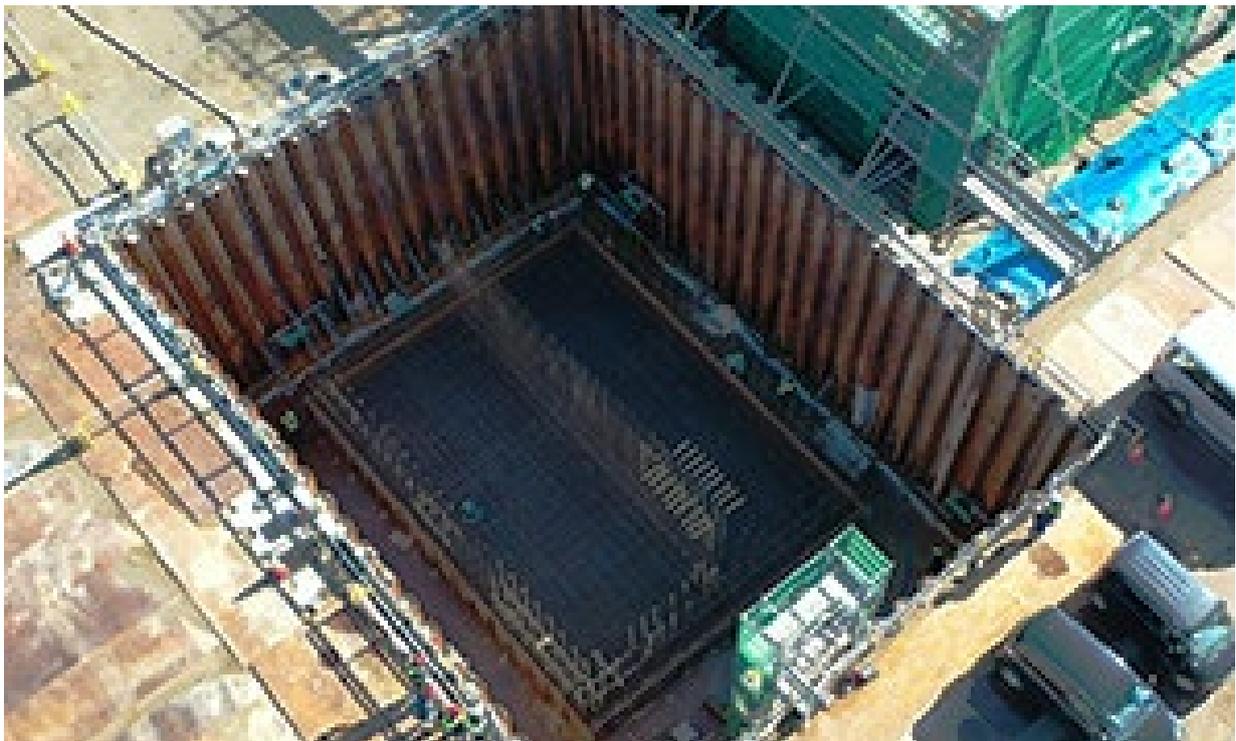


Interview Report

開削施工の合理化：鋼矢板を用いた高剛性壁体構築工法に関する取材報告 頭部固定式二重土留め工法の概要および適用例

野崎 恒延
株式会社技研製作所 部長



はじめに

鋼矢板は以前から土留め工や締切り工の部材として広く用いられており、様々な基礎構造物の仮設・本設材としてその用途は多岐にわたる。現場条件にもよるが鋼矢板の壁高が3m~4mを超える場合は、壁体のたわみ量を一定のレベル以下に抑えるために、自立式ではなく、支保工式やアンカー式またはタイロッド式が採用されるケースが多い。あるいは、自立式の必要性が高い現場条件においては、鋼矢板より剛性に勝る壁体が採用されるのが一般的である。

今回は鋼矢板の優位性・利便性を活かしつつ、比較的薄い壁厚でありながら高剛性壁体の構築を実現し、掘削および躯体構築の合理化を図ることができる**頭部固定式二重土留め工法**を紹介する。本工法の開発に至る経緯とその活用の実態に触れるとともに、将来の可能性を探るために工法の開発企業に聞き取り取材をおこなった。

工法名：頭部固定式二重土留め工法

取材先：鹿島建設株式会社 土木設計本部 井上 直史氏（本工法開発者）

Q1: 頭部固定式二重土留め工法の特長について教えてください。

- 1) 剛性：一般的な鋼矢板壁に比べ、壁高の大きな自立壁の構築が可能。
- 2) 支保工が不要(または削減可能)：急速掘削を可能にする。
- 3) 控え杭／アンカーが不要：掘削背面側に広い用地を必要としない。
- 4) 資材調達が容易：広く流通する鋼矢板を用いるため、資材調達が容易。
- 5) 施工が容易：容易に打設または圧入できる鋼矢板を使用。
- 6) 引抜きが可能：環境負荷を軽減するとともに、将来の事業リスクを残さない。

※図-1 および図-2 参照。

以上の特長から、低コストで土留め工および躯体工の安全性・躯体品質の向上および作業の効率化が実現可能である。

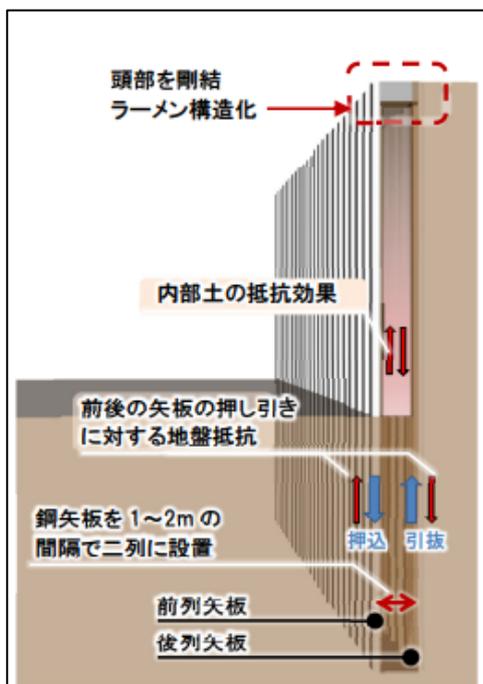


図-1. 頭部固定式二重土留め工法の構造概要

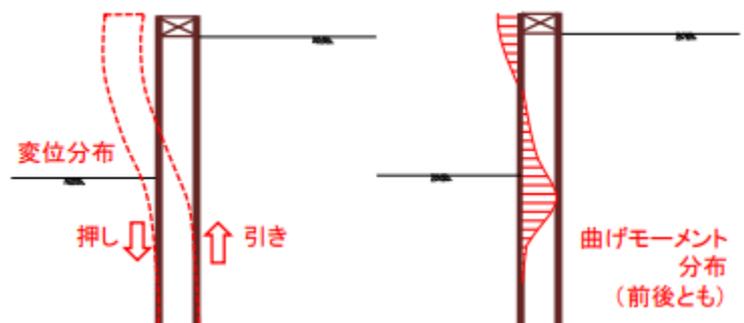


図-2. 頭部固定式二重土留め工法の挙動概念

Q2: 工法開発のきっかけとなった背景等についてお聞かせください。

一般的な土留め掘削工法では、掘削の深さが3~4mを超える場合、切梁やグラウンドアンカー、控え杭などの支保工を用いて掘削工事を行う。しかしながら、切梁は掘削や躯体工事の支障となり効率的な施工を阻害、またグラウンドアンカーや控え杭には背面側に広い用地が必要、などの課題がある。また、掘削の深さがさらに大きい場合に用いるSMW工法などによる高剛性の土留めは、大型の施工機械が必要であり、工事の準備に多くの時間を要することや、地中にH鋼が残置されるという課題がある。

このような条件で、コストは既存の工法と同等以下で、掘削外に大きく敷地を必要としないことを目指し、新工法の開発に至った。

Q3: 現時点(2023年2月)での施工実績は何件程度でしょうか?

2020年に初めて実際のプロジェクトで採用されて以来、施工実績は計5件に上っている。

Q4: 二重土留め工法を検討したい場合の問い合わせの流れはどのようになるのでしょうか?

問合せ窓口：鹿島建設株式会社 土木管理本部 (URL : <https://www.kajima.co.jp/contact/index-j.html>)

なお、問い合わせ対応については、現時点ではまだ設計・施工基準等のガイドラインの整備に至っていないため、案件ごとに問い合わせに応じている。

Q5: 当工法を設計するために必要とされる設計ソフトについて教えてください。

通常フレーム解析ソフトで、土留め工の弾塑性解析に相当する機能(非線形バネ要素等)があれば可能である。

Q6: 二重壁の間隔を決める際に考慮すべき項目(決定づける要素)について教えてください。また、最大有効壁間隔はどの程度ですか?

事業用地、頭部固定構造の固定度(剛結合と評価できる構造にできるかどうか)、施工性が考慮すべき項目である。最大有効間隔はこれらの条件を満足できればよいが、壁間隔が広いと頭部固定構造の固定度や施工性が低下するため、本工法のターゲットとしては2m程度までを目安と考えている。

Q7: 壁体頭部の結合方法として鋼材による連結と鉄筋コンクリートによる連結があると伺いましたが、使い分けはどのようにされていますか?

構造面では剛結合と評価できればどちらでも問題はない。

これまでの実績では、施工条件や環境面(例えば、溶接等の火器作業が困難な場合は鋼材による連結は選択しない、騒音・振動等の環境規制が厳しい条件ではコンクリートによる連結は選択しない、など)の制約から連結方法を選択する機会が多い。



写真-1. コンクリートを用いた頭部剛結部



写真-2. 鋼材を用いた頭部剛結部

Q8: 一般的な一重の鋼矢板壁と比較して、特に追加で必要な施工管理項目があれば教えてください。

前列・後列の矢板の間隔や平面位置のズレの管理、頭部固定構造の品質管理がある。

Q9: 曲線の土留め壁の場合にも有効でしょうか？

有効であり、最小施工可能半径は鋼矢板の有効曲げ角度によって決定される。

Q10: 円形土留め(または締め切り)にコンクリートを用いた頭部剛結方法を採用した場合、頭部結合効果だけでなく、アーチ効果によるコンクリートリング梁効果も期待できるのでしょうか？

期待できる。

Q11: 一重鋼矢板壁と比較して、どの程度の止水性能を期待することが出来るのでしょうか？

一般的な鋼矢板を2重に打設するだけであることから、止水性としては2倍程度期待できると考えている。

Q12: 二重壁体に鉛直支持力が要求される場合の、壁体の有効断面積および有効周面摩擦面積(二列の鋼矢板壁の外周面のみか、内側の周面も期待することが可能か)について教えてください。

鉛直支持力が要求される場合、通常の土留めと同様に1列ごとに有効断面積と、地盤との接触面で周面摩擦を期待できると考えている。

Q13: 一般的な1列の鋼矢板壁と較べて、どの程度の曲げ剛性まで達成可能でしょうか？

使用方法にもよるが、1列の鋼矢板壁に対して、本工法では4～8倍程度の剛性増加を見込むことができる。

Q14: 本工法の普及にむけてどのような活動を行っているか教えてください。

学会での技術発表や、専門誌への掲載を通じて工法の普及を図っている。

Q15: 今後の工法普及活動に関して、日本国内での活動予定および海外展開等について予定があれば教えてください。

工法普及活動は国内外を問わず行っている。なお、海外については、東南アジアやインド、バングラデシュに代表される南アジアの市場を注視していきたい。

施工実績紹介

1. 工事目的

浄水場水処理施設の建設

2. 土留め壁の概要および用途

U形鋼矢板Ⅳ型を用いた頭部固定式二重土留め工法（矩形、内空断面 19.2m x 14.4m、壁高 8.2m）

鋼矢板打設工法：油圧式杭圧入引抜き工法（ウォータージェット併用圧入）

鋼矢板引抜き工法：油圧式杭圧入引抜き工法

※図-3. 参照。

3. 地盤概要

図-3. 参照。

当該工事の水処理施設の躯体建設にあたり、二重土留め工法を用いて無支保で掘削する計画とした。なお、施工箇所は砂質土が厚く堆積する地盤であり、かつ地下水位も高く、さらに新設建造物の施工が近接する厳しい条件である。このような施工条件下において、深さ 8m を超える無支保掘削を実現した。

図-3 に示すとおり、平面形状は矩形の立坑型土留めとした。頭部固定構造に RC 方式を採用し、かまち梁としての効果も期待して、変形（頭部変位光波測量 および傾斜計）を計測しながら慎重に施工した。その結果、写真-3 に示すように、深さ 8.2m の無支保掘削を達成できた。

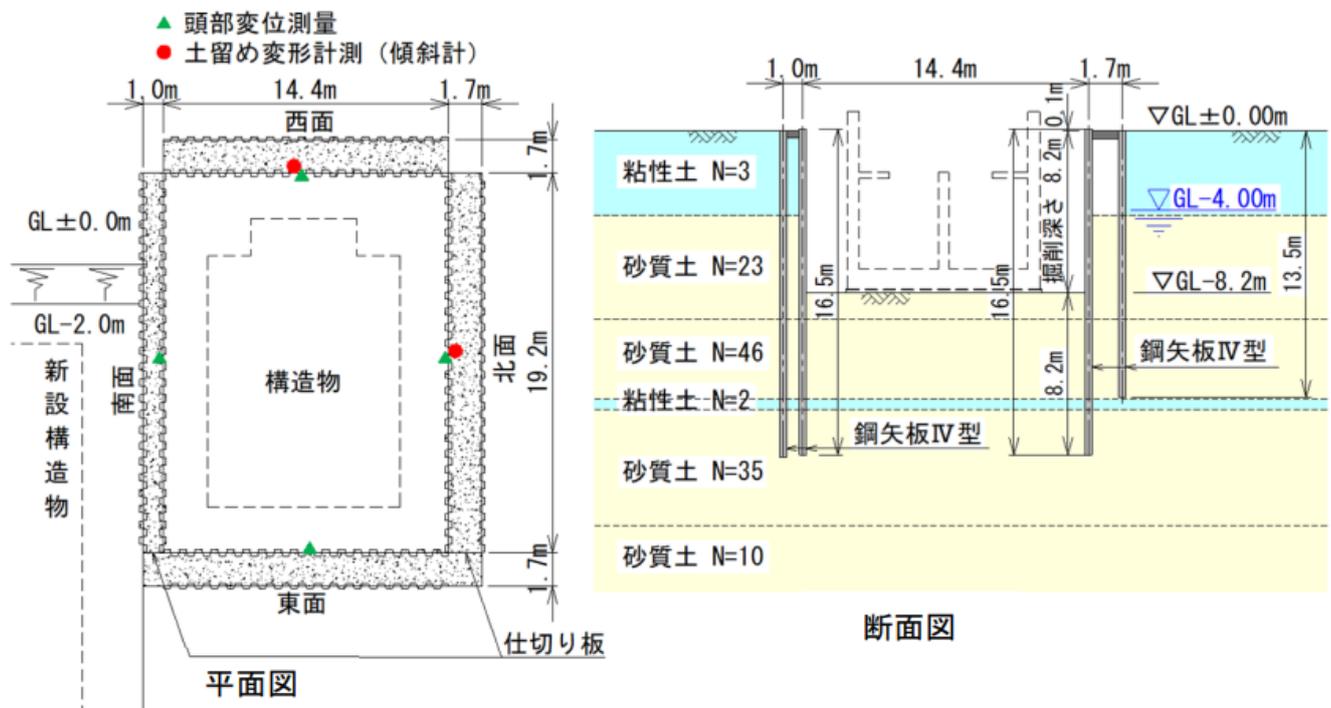


図-3. 土留め工平面図・断面図

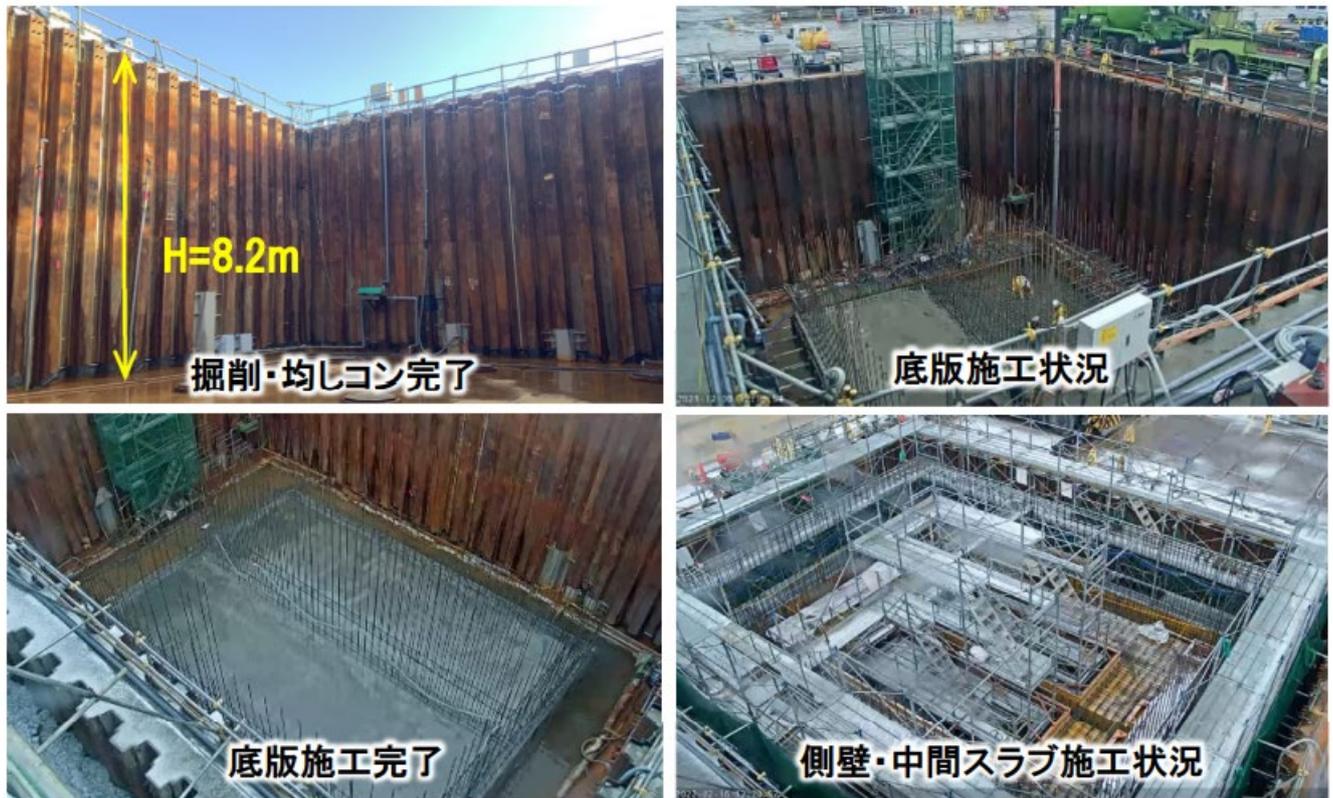


写真-3. 施工状況

また、図-4 に示すように、原設計と比較して、躯体構築作業時には大空間の確保と大幅な手順省略ができ、施工性・安全性・躯体品質の向上に大いに貢献した。

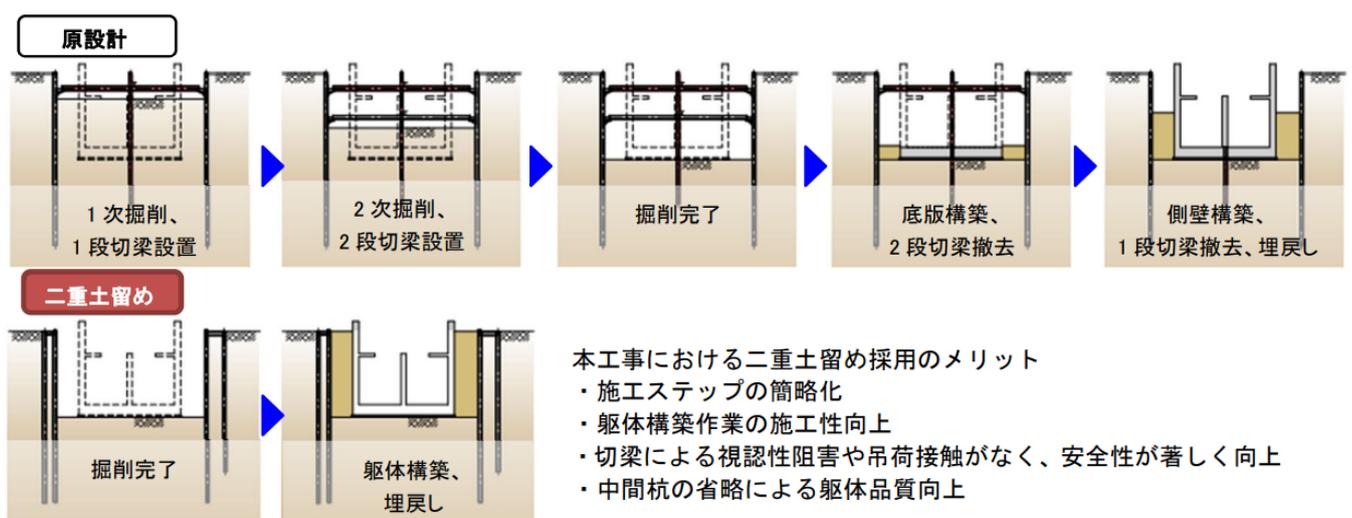


図-4. 施工ステップの比較

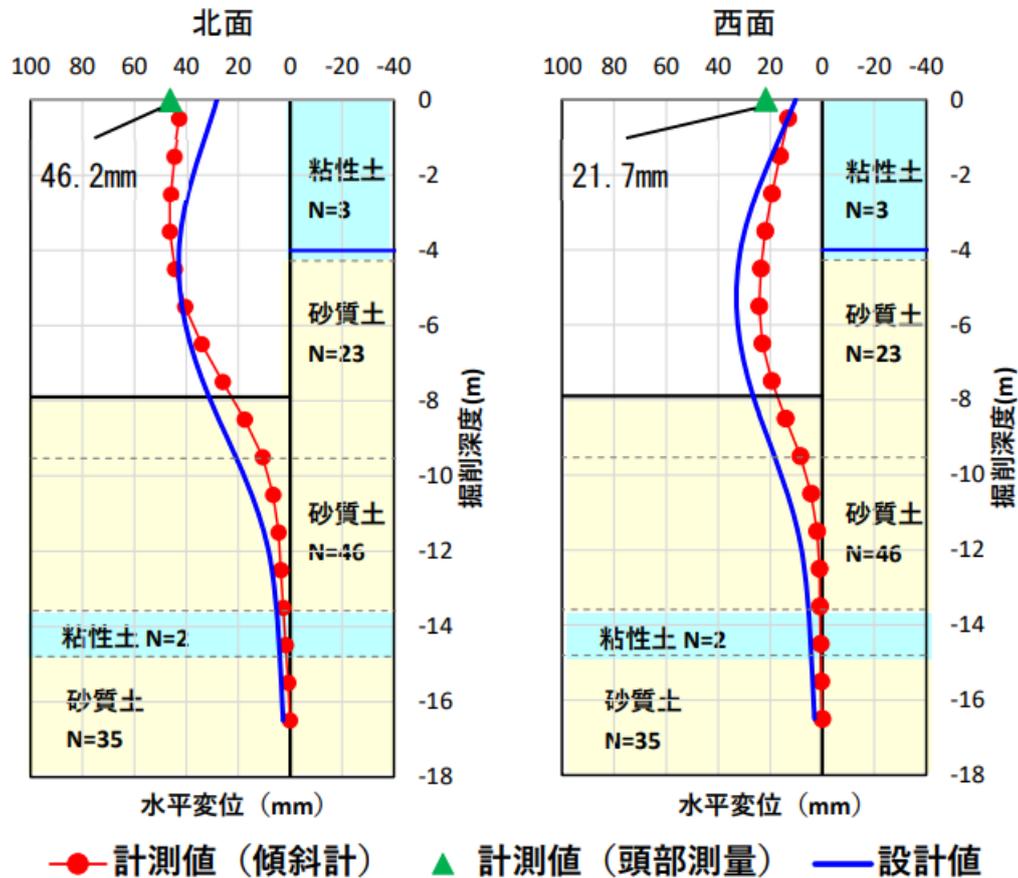


図-5. 土留め変位計測結果と設計値の比較

図-3 の計測点における挙動計測結果を図-5 に示す。S 字状の変形挙動が計測され、本工法の特長である、頭部固定による二列の鋼矢板のラーメン構造化が効果を発揮していることがわかる。自立式土留め壁の場合、通常は頭部において最大変位となるが、本工事では頭部よりも腹部の変位がやや大きくなる挙動が得られた。

頭部固定構造の本来の目的は、前列と後列の鋼矢板を剛結する用途を基本としているが、RC 方式とした頭部固定構造が平面的に二列の鋼矢板と間に挟まれたコンクリートの合成構造となり、かまち梁としても機能したと考えられる。その状況は図-6 において、支間中央の曲げひび割れと端部に生じた隙間の状況により確認できる。頭部固定構造の副次的な効果を確認することができ、今後の適用範囲拡大に期待できる。

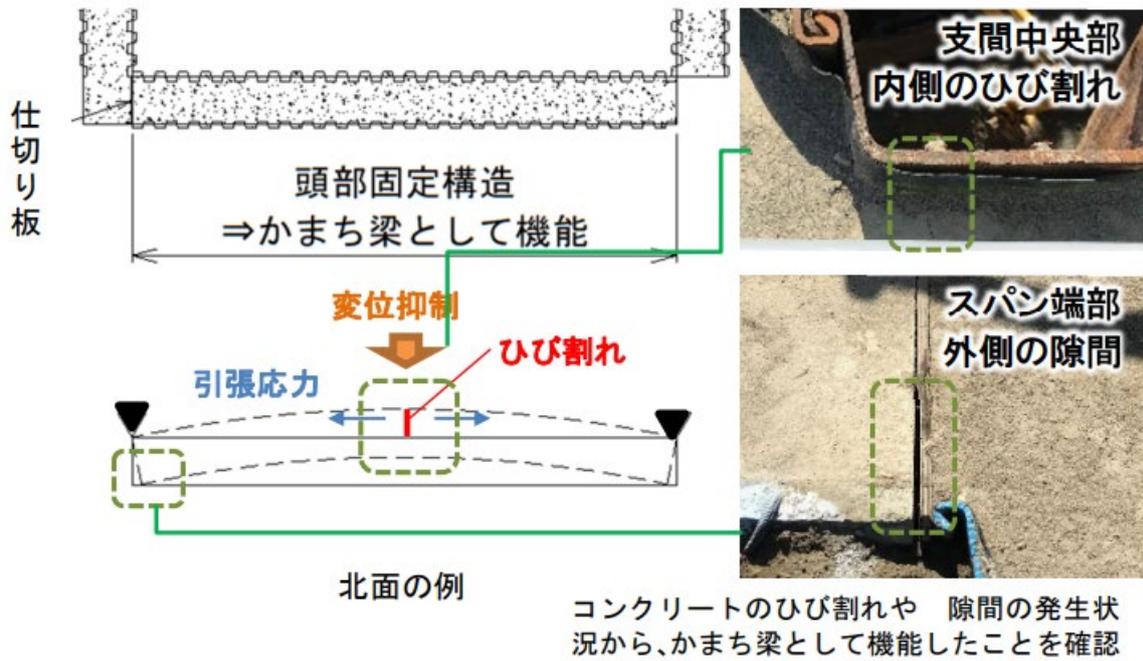


図-6. かまち梁機能の概念と事象確認

参考文献

井上ほか：開削施工の合理化を目指す頭部固定式二重土留め工法の開発および施工実績，土木建設技術発表会 2022