

隣接家屋への影響を考慮した 土留め工の設計と施工

横守 伸彦¹・三好 孝之²

^{1,2}近畿農政局 紀伊平野農業水利事業建設所 工事第三課 (〒649-6228和歌山県岩出市大町41-1)

本工事は、小田頭首工右岸から西へ流れる小田井連絡水路の開水路区間41.5mについて、2連PCボックスカルバート(B2100×H2100×2連)により全面改修を行う工事であった。施工現場に隣接した左岸側の家屋基礎の擁壁は構造的に不安定で、工事着手前から挙動が進行しており、家屋への影響を考慮しながらの施工が必要であった。さらに矢板の打設位置からは、大塊のコンクリート殻が出現し、土留め工法の大幅な変更を余儀なくされた。このような厳しい現場条件の中で検討し、実施した設計・施工について報告する。なお、工事は擁壁の挙動を観測しながら細心の注意を払って施工を進めた結果、家屋へ目立った影響を与えることなく完成させることができた。

キーワード 土留め工, 隣接家屋, 擁壁挙動調査

1. はじめに

小田井水路は、紀州藩が大畑才蔵に命じて造らせた農業用水路の一つで、1707年から約20年かけて完成させたものである。その後、1965年(昭和40年)頃から約10年間かけ農林水産省等によりコンクリート製の用水路に整備され、現在は全長約30kmの農業用水路として、紀の川右岸の橋本市、かつらぎ町、紀の川市及び岩出市に広がる678haの農地に農業用水を供給している。

小田井連絡水路の高野口区間は、高野口町(現在は橋本市)と農林水産省の共同工事により1990年度から1994年度に実施された国営造成施設整備事業「紀の川地区」(以下「施設整備事業」という)により、大部分(2,270mのうち1996m)が改修された。

当時、高野口町では都市化・混住化が進み生活雑排水の混入が多くなり、小田井水路の維持管理に支障をきたしていた。そこで施設整備事業により、用水路を暗渠化して水路内の藻の発生を防ぎ、さらに町の公共下水道計画と併せることで効果的に用排分離を行い、小田井水路の維持管理を改善させた。

橋本市内の小田井水路の改修状況を図-1に示す。施設整備事業完了時には全延長2,270mのうち、273.8mを残して用排分離された。その後、未改修区間は2001年度から実施中の国営農業用水再編対策事業「大和紀伊平野地区」に引継がれ、2010年度までに75.4mが改修された。2011年度は、残り198.4mのうち41.5mの開水路区間の改修を行った。



図-1 橋本市内の小田井水路改修状況

2011年度改修区間は、左岸側に家屋が隣接連立し、施工中の振動により家屋基礎の擁壁の倒壊が懸念される現場であった。鋼矢板による土留め工法を計画していたが、鋼矢板の打設前に試掘調査を行ったところ、水路の背面に1m³程の大塊のコンクリート殻が投棄されていることが判明した。これにより当初設計していた打設工法では施工できなくなり、大幅な設計変更を余儀なくされた。

本論文では、設計変更にあたっての土留め工法の比較及び選定の過程と本現場で講じた隣接家屋への影響対策について述べる。

2. 当初の施工計画

(1) 周辺状況

本現場は写真-1に示すように、右岸側(写真左側)の市道に対して左岸側には高さ2m程の重力式擁壁があり、この上に家屋が建っている。擁壁の一部は水路側へ大きく(約30cm程度)傾いている。また、この擁壁下部にある水路壁については目地がずれていることから、家屋の荷重が水路にも影響を与えていることが想定される。

(2) 土質及び地下水位

近傍の1地点でボーリング調査を実施した結果、深度5.4m付近でN値が78となった。しかし、この深度のみ異常値となったことから、玉石等に当たった異常値として除外し、土留め工法の検討ではN値50以下(26~46)の砂礫層とした。また、ボーリング孔から測定した地下水位は、水路敷高より5.8m低いことが確認された。



写真-1 施工区間全景(下流より)

(3) 荷重条件及び施工手順

荷重条件及び施工断面図を図-2に、施工フロー図を図-3に示す。

本現場は右岸側の荷重に比べて、隣接家屋がある左岸側には大きな荷重が作用する。そのため、一次埋戻し・鋼矢板打設後の掘削時に左岸側の鋼矢板の変位が大きくなり、隣接家屋に影響することが特に懸念された。構造計算を行い変位量を算出した結果、鋼矢板は左岸側が水路内側へ40.00mm、右岸側が水路外側へ3.85mm変位する¹⁾。また、左岸側の鋼矢板は、引抜きによる擁壁及び家屋への影響が懸念されるため存置することとした。

鋼矢板の打設は、隣接家屋に考慮して無振動で打設する必要があった。当初設計においてN値は50以下と考えて、ウォーター・ジェットを併用した油圧注入で施工することとしていた。

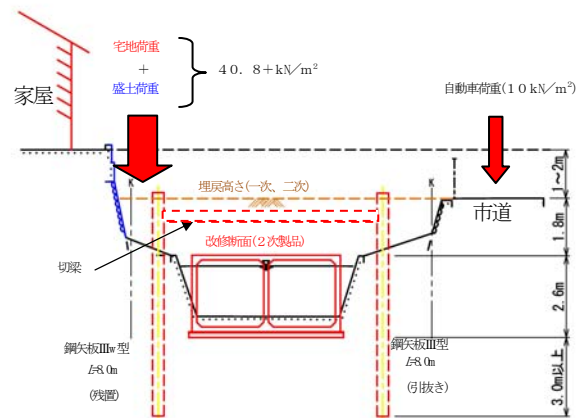


図-2 荷重条件及び施工断面図

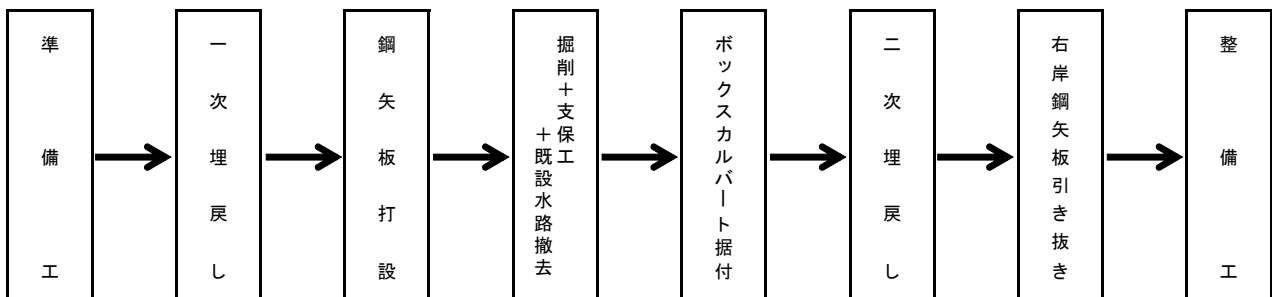


図-3 施工フロー図

3. コンクリート殻の出現による工法変更

(1) 試掘調査

2011年12月5日から水路内の一次埋戻しを開始し、12月7日には右岸側の鋼矢板打設位置を試掘して、地質状況の確認を行った。その結果、写真-2のような1m³程のコンクリート殻が、水路壁の背面に投棄されていることが確認された。その後、右岸市道に影響を与えない範囲で水路壁に沿って試掘を行った。また、左岸側も隣接家屋に影響のない範囲で確認を行った結果、左右岸共にコンクリート殻が確認された。

(2) 土留め工法の再検討

水路壁の背面にコンクリート殻があるため、ウォータージェットを併用した油圧注入での鋼矢板打設が困難となった。そこで本現場で採用が可能と考えられるプレボーリング式親杭横矢板工法、硬質地盤クリア工法、ロックオーガ先行掘削+アースオーガ併用油圧注入工法の

3種類の工法について検討した。各工法の概要及び検討結果を表-1に示す。

検討の結果、水路線形を変更する必要があること、工期が長くなることが欠点であったものの、施工の確実性が高いロックオーガによる先行掘削の後、鋼矢板をアースオーガ併用油圧注入する工法を採用することとした。

4. 隣接家屋への影響を考慮した施工

(1) 施工前の擁壁挙動調査

関係者からの聞き取り調査から家屋基礎の擁壁は、施工着手前から水路側へ大きく傾き、挙動が今なお進行している可能性があった。そこで写真-3に示すように、工事着手前から継続的に擁壁の目地開きを計測することで、挙動調査を行った。なお測点は写真-3に示す2点とした。



写真-2 試掘調査で確認されたコンクリート殻

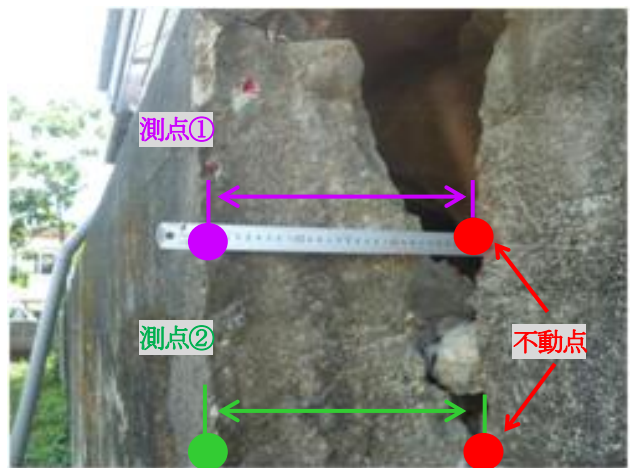


写真-3 試掘調査で確認されたコンクリート殻

表-1 土留め工法の概要及び検討結果

工法	プレボーリング式親杭横矢板工法	硬質地盤クリア工法	ロックオーガ先行掘削 +アースオーガ併用油圧注入
施工写真	 削孔状況	 圧入状況	 先行掘削状況
工法概要	H鋼建て込み状況	圧入状況	圧入状況
検討結果	杭打機に装備したアースオーガによって一定間隔で削孔し、杭の支持層となる深さまで達した時点で根固め液（セメントミルク）を注入、アースオーガを引抜き後に親杭としてH鋼を建て込んで沈設する。その後掘削の進行と共に、親杭間に横杭として木矢板や鋼矢板をはめ込んでいく工法。地下水位が掘削深以下の場合に採用できる。	既に打込んだ鋼矢板を掘削で反力とした圧入機により鋼矢板を建込む。鋼矢板とオーガを連動させながら、オーガで鋼矢板先端部の硬質層を掘削することによって、圧入抵抗力を減少させて圧入する工法。	鋼矢板打設の前に鋼矢板より大きなケーシングのロックオーガにて先行掘削する。掘削完了後、オーガスクリーナーのみ引抜くことで、粉砕したコンクリート塊や玉石を除去する。ケーシングを引き抜く際は、ケーシングにある穴から埋戻土の投入を行い、再度挿入したオーガスクリーナーを逆回転させることで掘削孔の埋戻しと締固めを行う。先行掘削の後、アースオーガを併用して鋼矢板の圧入を行う工法。
	×	×	○

施工・安全管理対策部門: No.23

調査結果を図-4に示す。①に示すように、9月頃から目地開きが大きくなっていることが確認された。原因としては、8月25日の台風12号による降雨の影響があったと考えられる。その後、②に示すように、小田井水路の通水停止後から目地開きの広がり速まったが、水路内の一次埋戻しを行ったところ、③④に示すように、挙動は収束している。従って、水路内の用水の水圧により、水路壁及び擁壁の挙動が抑制されていたと想定できる。

(2) 施工中の擁壁挙動調査

施工中も継続して家屋基礎の擁壁及び鋼矢板の変位量を計測することで、施工による影響の有無を確認しながら慎重に施工を進めることとした。

施工中の調査結果を図-5に示す。先述のとおり、一次埋戻し後は擁壁の挙動は収束していたが、矢板打設中の2月13日から再び挙動が確認された。矢板打設による影響が考えられたが、擁壁に隣接した箇所への矢板打設は2月6日の計測までに完了しており、矢板打設による影響

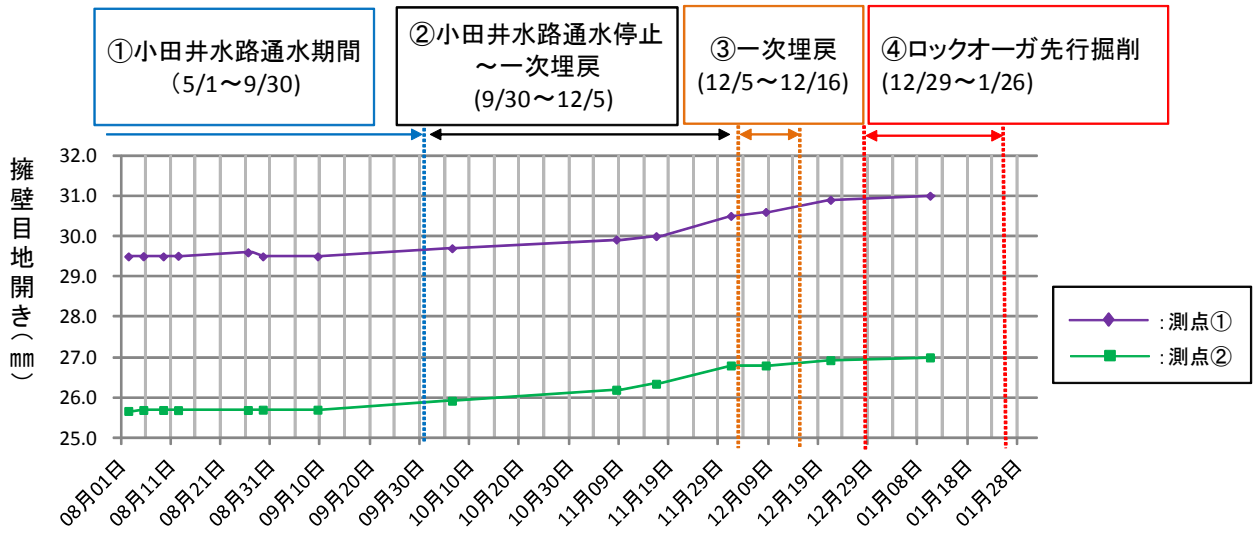


図-4 隣接家屋の擁壁挙動調査結果(施工前から先行掘削まで)

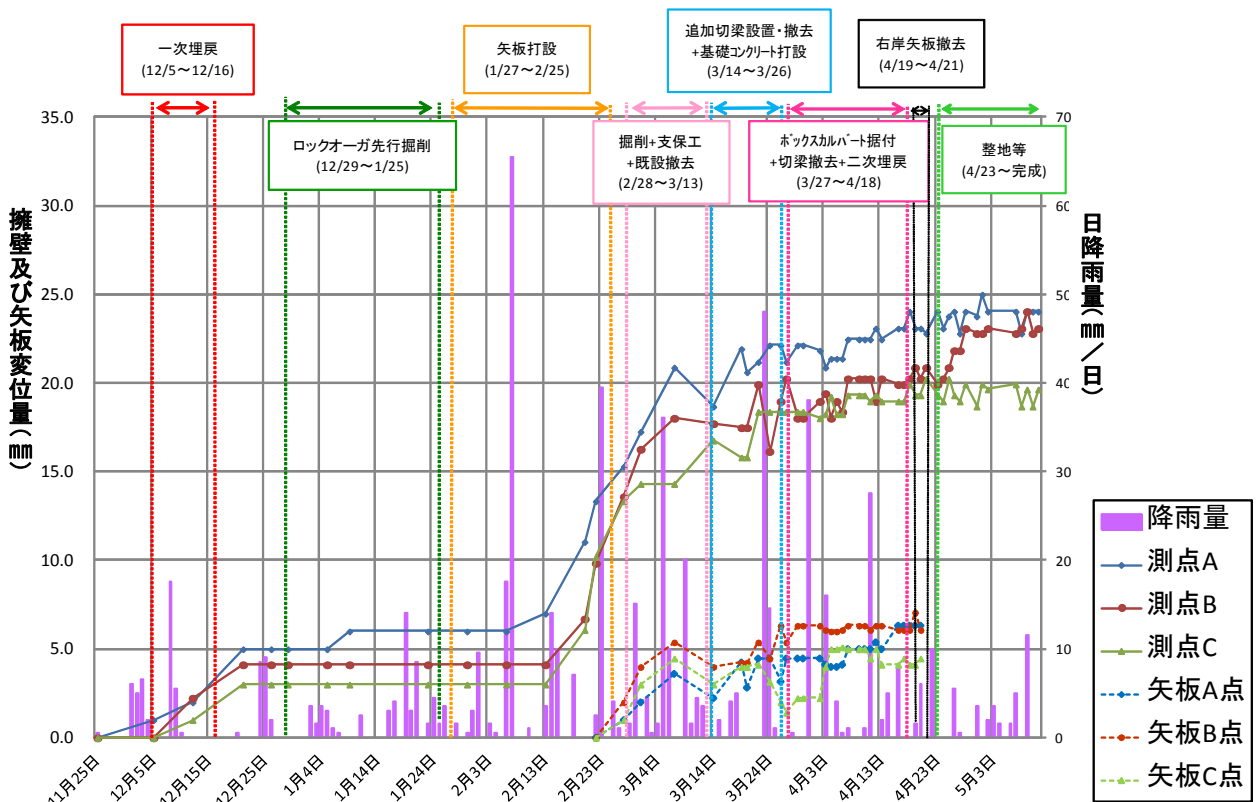


図-5 隣接家屋擁壁及び鋼矢板の挙動調査結果

は小さいと考えられる。原因としては、2月7日に降雨量が65.5mm/日の降雨があり、雨水による影響で1次埋戻し土が緩んだことが想定される。その後、後述する対策を行い施工した結果、着工前からの変位量は最終的に20～24mmにとどまっている。なお、施工時における挙動調査の測点は写真-4に示す擁壁と矢板の各3点で実施した。

(3) 施工における対策

a) 土圧による対策

水路内側からの土圧により擁壁の挙動の進行を抑制するために、一次埋戻しの施工を傾きが進行している家屋擁壁の区間から開始した。さらに、一次埋戻しは市道地盤高までであったが、家屋擁壁は市道地盤よりも高いため、写真-5に示すように、一次埋戻後に家屋基礎の擁壁前面に大型土のうによる仮押さえを12月16日行った。また、2月20日の計測で大きな挙動が確認されたため、2月21日大型土のうの増設を行った。

b) 土留め工の構造変更

鋼矢板の変位を抑制するため、図-6に示すように土留め工の構造変更を行った。変更内容は当初設計では1段だった切梁を2段に変更し、底版は底梁として水路本体の基礎を兼ねたコンクリート打設(t=150mm)を行った。施工手順としては、2段切梁設置後、基礎面まで掘削を行い、底版コンクリート打設・養生を行う。底版コンクリートが強度を発揮した段階でボックスカルバート設置に支障となる2段目切梁を撤去することとした。

この構造変更により、構造計算上の鋼矢板変位量は左岸側が水路内側へ18.7mm(当初40.00mm)、右岸側が水路外側へ2.79mm(当初3.85mm)となる。

c) 地盤改良

鋼矢板周辺の地盤の緩みを抑制するために、存置する左岸側の鋼矢板打設時にセメントミルク注入により地盤改良を行った。

(4) 施工における対策の効果

4(3)の対策を行った結果、図-5に示すとおり一次埋戻しを行って大型土のうを設置した後は、2月7日の豪雨があるまでは擁壁の挙動が安定していたことから、対策a)の効果があったと考えられる。また、特に隣接家屋への影響が懸念された2月28日から3月13日までの掘削及び既設水路撤去期間の擁壁挙動は約3mmとごくわずかに抑えられており、対策b)の切梁増設等による土留め工の構造変更の効果が大きかったと考えられる。また、構造計算による左岸鋼矢板の変位量18.7mmに対して実測値は5～6mmと小さくなっており、対策c)のセメントミルクによる地盤改良の効果もあったと考えられる。



写真-4 施工中の調査測点



写真-5 大型土のう設置状況

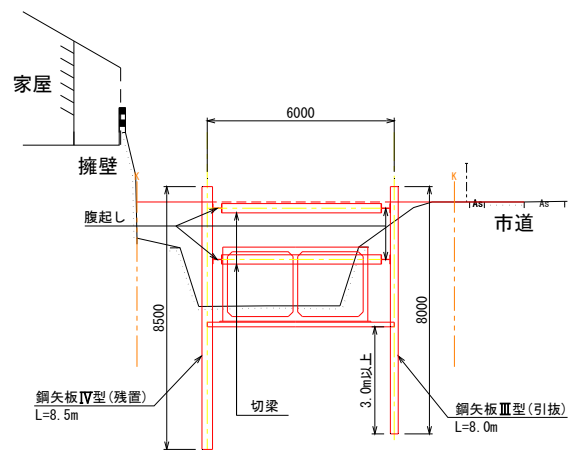


図-6 土留め構造(変更後)

5. おわりに

本現場は、施工着手前から既に傾きの進行している家屋基礎の擁壁に隣接しており、施工に細心の注意が必要であった。さらに大塊のコンクリート殻の出現により、当初想定していた工法、水路線形及び仮設構造の変更対応を早急に迫られることとなり、非常に課題の多い現場であった。本現場では施工着手前から家屋の擁壁の挙動を継続して調査を行い、その結果を基に随時対策を講じることにより、隣接家屋への影響を最小限にして施工を進めることができた。また、土留め工法の変更により工期延長が必要となったが、工期短縮を考慮した施工

機種の選定を行うことで、通水期間に影響を与えることなく完成させることができた。

家屋に隣接した施工現場は多いことから、本論文で報告した対策が少しでも参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) (株)日本水工コンサルタント：平成21年度大和紀伊平野農業水利事業(二期)紀伊平野県営右岸幹線水路(小田井水路改修その13)設計業務報告書、2011