

論文名 『施工中の地中障害物に対応した土留・仮締切工法の検討について』
工事名 令和3年度富士富士宮由比線橋梁耐震対策工事（野中橋 P2 橋脚補強工）

地区名 静岡地区
会社名 木内建設株式会社
主執筆者氏名 池田 栄規 0022474
協同執筆者氏名 柿本 和希

工事概要

工 事 名 令和3年度富士富士宮由比線橋梁耐震対策工事(野中橋 P2 橋脚補強工)
発 注 者 静岡県 富士土木事務所
工 事 場 所 富士宮市野中東町 地内
工 期 令和3年9月29日 ～ 令和5年8月25日
工 事 内 容 橋脚補強工 1式 n=1 基
乾式モルタル吹付工法 t =70mm A=114.7m² t =140mm A=8.8m²
はつり工 A=116m² アンカー削孔工 n=64 箇所 中間貫通アンカー削孔工 n=28 本
表面保護工 A=117m² 鉄筋工 1式
仮設工 1式
鋼矢板打引抜 n=17 枚 オーガー掘削 1式 ダウンザホールハンマ工法 1式
薬液注入工 1式 ライナープレート設置工 1式 仮栈橋工 1式
構造物撤去工 1式
護床ブロック撤去工 1式 仮設盛土 1式 大型土のう工 1式

1. はじめに

本工事は、富士宮市の富士浅間大社から南方へ約1km離れた場所にあり、一級河川潤井川に架かる野中橋 P2 橋脚(高さ 10.9m、橋脚厚 1.8m、延長 15.4m)をポリマーモルタルセメントを使用した乾式吹付工法にて補強工であった。野中橋 P2 橋脚は、昭和 54 年の台風 20 号で落橋し翌年の昭和 55 年に架橋された橋梁である。橋が架かる一級河川潤井川は湧水河川等の支線があり、湯水期であっても川幅全体に水位 90cm 程度水が流れており河川内は立っているのが精一杯という程、常時流速がる河川で、施工するには難しい河川でありました。仮締切工法は CHV 工法ウォータージェット併用で打込む鋼矢板での仮締切施工を行っていた。しかし施工途中で地中障害物が弊害となり鋼矢板の打込み不可となり、補助工法、施工方法を検討し二期工事に竣工することとなっていった。



2. 補助工法の選定

先にも述べたように、鋼矢板打込み時に地中障害物が弊害となり、鋼矢板が変位したり鋼矢板が地中へ入っていかず、打込み箇所を変更しても同じようになったため鋼矢板の施工が不可となった。

そのため補助工法の検討を速やかに行った。

オーガー掘削(リーダーレス)工法、ダウンザールハンマー(リーダーレス)工法、低位空頭全周回転式オールケーシング工法の3つを提案し協議を行った。

矢板施工 工法比較			
工法名	オーガー掘削(リーダーレス)工法	ダウンザールハンマー(リーダーレス)工法	低位空頭全周回転式オールケーシング工法
施工方法	電動又は油圧モーターの駆動によりスパイラルスクリューを回転させ、スパイラルの押し上げによる掘削土砂を排土させて掘削する工法。	ハンマー及びビットを駆動装置により回転させながらエアにてハンマーシリンダー内のピストンを動かしビット先端の打撃により障害物を破壊しながら掘削する工法。排土はスクリュー及びエアリフトにより行う。	ケーシングを圧入先行させながら回転させることで掘削していく工法。
参考資料(写真)			
長所	油圧ショベルベースマシン、キリ、オーガ、モーター等、段取りがしやすく、安価でもある。また、オーガで掘削不可だった場合、ダウンザールハンマー工法への移行もダウンザールハンマーとコンプレッサーの追加だけで可能となる。	地中障害物を粉砕できるため、大きな玉石や岩盤でも掘削することが可能となる(確実に掘削できる)。	地中障害物のコンクリート塊・鉄筋・転石・岩盤を掘削することができる。左記2工法では不可だった次掘削箇所と間隔を空けなくとも掘削が可能である為、矢板打込み箇所の障害物を完全に除去することができる。
短所	地中内の転石等の支障物大きい場合は掘削できない。また、次掘削箇所は間隔を空けなければならない為(近いと寄ってしまう為)、その間隔を空けた部分の障害物を完全に除去できない。	オーガ掘削と同様に次掘削箇所は間隔を空けなければならない為、間隔を空けた部分の障害物を完全に除去できない。また、オーガ掘削に比べてコンプレッサーが必要となる。	ケーシング内の土砂を掘削するため、土砂の仮置きヤードがある程度必要となる。また、掘削後は埋戻しを行わなければならない。機械が大きく現ヤードでは施工できない為、大型土のうを移動させる必要がある。
施工業者	現在施工中の業者で対応可能	現在施工中の業者で対応可能	別業者での対応
経済性	◎	○	△
工期	◎	◎	△
評価	◎	○	△
	現在の狭い施工ヤードを考えると機材が少なく場所をとらないオーガ掘削が良いと考える。また、安価且つ施工性も良い。掘削ができなかった場合のダウンザールハンマーへの移行もしやすい為、臨機の対応が可能であることもあり、◎評価とした。	確実に掘削はできるが、コンプレッサーを追加しなければならない為、経済性という面ではオーガに劣る。また、現在の狭いヤードの中で、使用する設備が増えることを考えるとヤード内での動きが制限され段取りの時間がかかり、施工性に影響する(工期◎だが、当該現場の状況を踏まえると○となるか)。以上を踏まえて○評価とした。	矢板打込み箇所の支障物を完全に除去できるという点で左記の2工法に勝るが、資機材の入れ替え、ヤードの整備し直し、経済性、工期(施工性)を考慮すると現段階では△評価とした。
工費 (φ500・8m・本)	低	中	高

協議の結果、地中障害物の正体が不明であり当初の施工ヤードが狭い為、安価で機材が少なく施工性も良く更には掘削不可だった場合はダウンザールハンマーへの移行もスムーズなオーガー掘削を選定し施工を行った。

しかし、オーガー掘削は掘削不可となりコンプレッサを使用し地中障害物粉砕できるダウンザールハンマーの施工に移行したが掘削できず、残るは低位空頭全周回転式オールケーシング工法のみとなった。

この時点で4月の末となっており、濁水期終了(河積阻害物撤去完了)の5月末まで残り1ヵ月となっていました。更にオールケーシング工法の大きな機械が施工を行うには当初ヤードではスペースが足りない為、整備し直して仮締切を施工し本工事を行うには工期が足らなく、経済性も悪い為、それ以上は補助工法を行わず掘削不可の箇所の試掘を行いました。

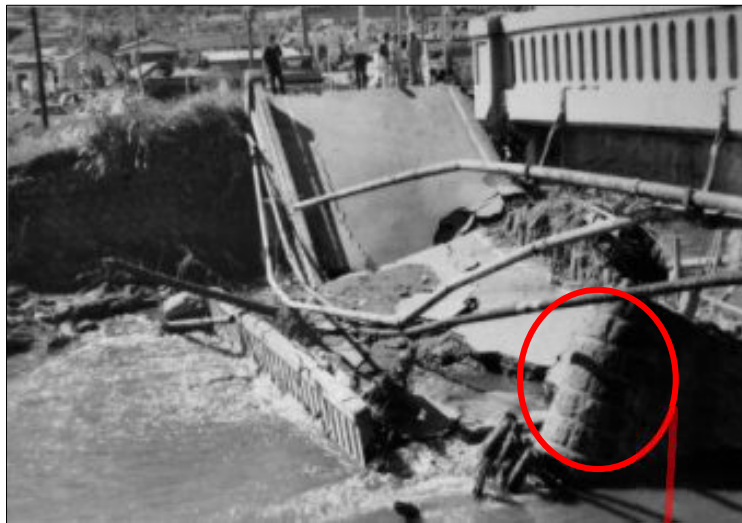
3. 地中障害物の正体

0.4 バックホウを使用し試掘を行った結果、岩とコンクリートが一体になり加工されたようなブロックが大量に出てきました。この固いブロックにあたった際に柔らかい地盤の方へ鋼矢板、補助工法のロットが逃げ変位したと思われる。

昔から住んでいる近隣住民の方にお話を聞くと野中橋が昭和 54 年の台風 20 号で落橋したことを知りました。

更に調べを続けネットで検索をしたところ、地中障害物が台風 20 号により落橋した野中橋(旧)の橋脚側面に使用されていた物と類似していることが分かりました。

そういった残材が他にも埋められている可能性を加味しすべてを撤去するのは困難と判断し、河川内から撤退しました。



野中橋の落橋(昭和 54 年 台風 20 号)

参照：[災害と富士宮市 | 静岡県富士宮市 \(fujinomiya.lg.jp\)](http://fujinomiya.lg.jp)



地中障害物(残材)

地中障害物(残材)

4. 変更仮締切工法

2期目の渇水期となり、仮締切の工法を変更しての施工になりました。

仮締切工法は当初設計の段階では、オープン掘削、鋼矢板締切、ライナープレートの3案がありました。その中で地中障害物に左右されない工法はオープン掘削、ライナープレートの2案でした。

まずオープン掘削は法面を安定させると通水断面が確保できません。

仮にヤードの形状を変更しに掘削を行うことが出来たとしても、大型土のうの自重及び水圧に対して安全性が低い等の理由から棄却されました。

次にライナープレートによる掘削ですが、問題点としては当初ヤードでの通水断面の確保が難しいという問題のみでした。

そこで当初の左岸片側の河川の切り廻しから左岸右岸両側へ切り廻しを行い島型のヤードにすることにより、通水断面を確保しました。それに伴い仮棧橋も架けることになりました。

ライナープレート工法による施工を行うことで無事に掘削を行い、野中橋(旧)のブロック残材以外のコンクリートガラや大型転石を撤去しながら掘削し無事本工事の吹付工法を施工することが出来ました。



コンクリートガラ (1.9*2.4*t=0.8)

転石 (1.5*0.9*t=700)

5. まとめ

今回工事では過去の橋脚残材が地中障害物となり、コスト、工期が掛かってしまう結果となりました。

事前調査でこの地中障害物を発見するのは困難であると思うが、歴史的な背景を加味した入念な事前調査が可能だとしたら、もう少し施工方法を施工前の段階で検討し一期工事で終了できたのかもしれないと思いました。

しかし、今回はこのような悪条件の中でも無事に工事を竣工することが出来たのは、発注者、受注者、業者間でこまめな連絡を取り、臨機応変迅速な対応ができたことによるものと感じました。

今後もこのような半世紀前に建造され構造物の耐震補強工事は多くあると予測します。その際には予測不能な事態に陥る可場面に直面するかもしれません。

そういった時に、今回のような対応が取れるように普段から連絡を密に取り、不測の事態に陥った際でも迅速に行動を起こせるよう心がけようと改めて思いました