

重要構造物の鉄筋切断に於ける施工計画について

工事名 令和5・6年度関川大橋補修工事

工事場所 上越市下門前～栄町地先

会社名 西田建設株式会社

発表者名 滝澤 貴文

1. はじめに

本工事は、国道8号の直江津国道維持出張所管内に於ける関川大橋(上り線)P3,P4橋脚にて、老朽化した支承の取替を行う事を主な目的とした工事です。

2. 概要

本工事にて補修工事を施工する関川大橋は、昭和44年に竣工した橋梁であり、半世紀に渡り交通を支えてきた構造物になります。今回の工事では経年劣化により老朽化した橋脚の支承取替・縁端拡幅構造の増設を施工した工事です。(図-1参照)

支承取替工・縁端拡幅工共にアンカー筋を設置するための、躯体への削孔作業が必要な工種となります。

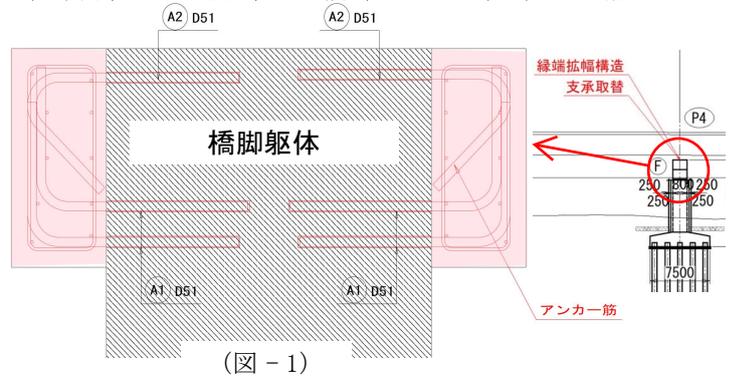
支承取替工では、下向きの削孔にてφ90～100mmの削孔を24本/脚施工します。

縁端拡幅工では、横向きの削孔にてφ65mmの削孔を約200本/脚施工します。

今回の施工に先立ち、現地照査として建設当時の竣工図面に照らし合わせながら鉄筋探査機により、既存鉄筋の調査を実施しました。(写真-1参照)しかし躯体の鉄筋量が多く、思うようにデータが採取出来ず、正確な把握に至りませんでした。そこで削孔機による調査用削孔にて既存鉄筋の把握を行う事としました。

この削孔調査により直接既存鉄筋の状況が把握出来る様になりました。直接確認してみると既存鉄筋(D32)が密に並列しており、物理的な削孔位置が確保出来ないことが判明しました。(写真-2参照)

今回の事例紹介では、物理的に削孔不能箇所へ削孔完了に至るまでの施工計画事例を紹介します。



(図 - 1)

②P3 橋脚 G2 桁 (A1) 上流側



(写真 - 1)



(写真 - 2)

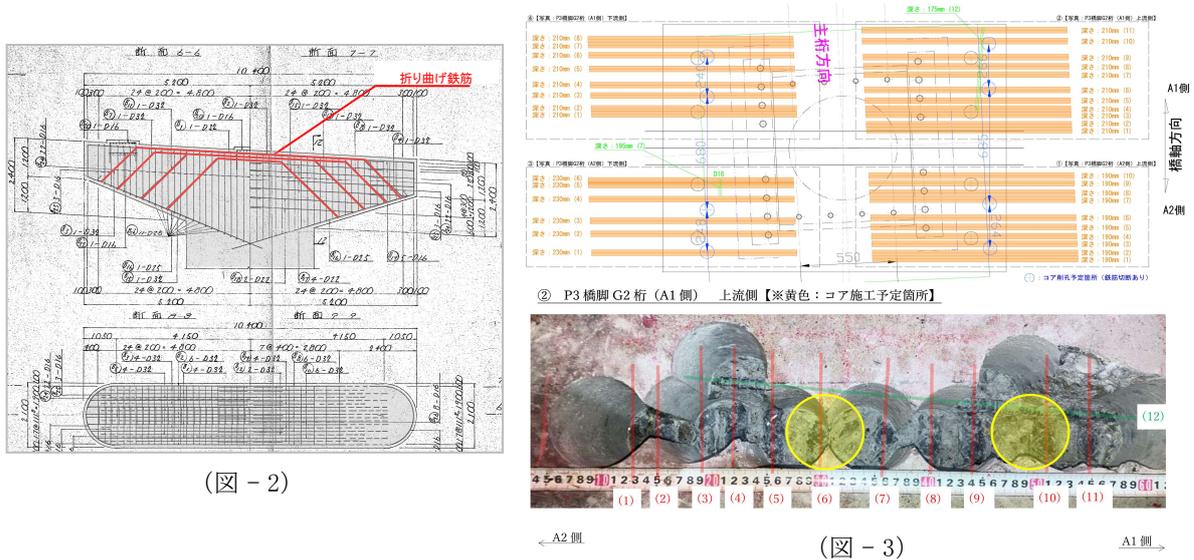
3. 課題

【下向き削孔】

建設当時の竣工図面を確認すると、橋座面に配筋してある鉄筋については、橋座面の主鉄筋・配力筋、斜引張鉄筋(折り曲げ鉄筋)が存在します。(図-2参照)

下記項目を下向き削孔による重要課題とし進めていくこととしました。

- 1, アンカー削孔を行う為、橋脚の既存鉄筋(D32)を切断する必要があるが、大前提とし切断の可否を検討
- 2, 切断しなければならない既存鉄筋は、主鉄筋なのか折り曲げ鉄筋なのか同径鉄筋(D32)の為、断定が困難である。さらに、橋脚の中央部(G2桁)付近では表面筋(主鉄筋・折り曲げ鉄筋)が集中しており、並列する折れ曲がり鉄筋が下方方向にもう二段存在する。(図-2参照)
- 3, 主筋に作用する応力と折り曲げ鉄筋に作用する応力の詳細を把握し、それぞれを切断した場合の補強方法の検討が必要。さらに中央部の折り曲げ鉄筋は断定が出来ない為、各種鉄筋の最大本数を切断した場合の補強方法を想定しなければならない。(図-3参照)



(図 - 2)

(図 - 3)

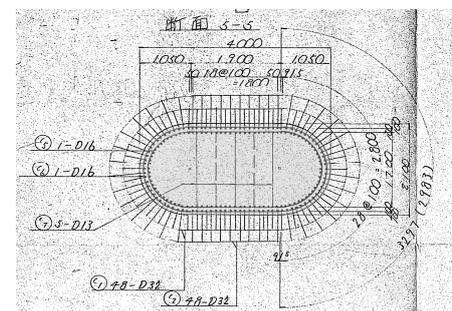
【横向き削孔】

下向き削孔に干渉してくる既存鉄筋の対策と同時に、横向き削孔にて干渉してくる既存鉄筋についても対策が必要であり、下記項目を重要課題とします。

- 1, 横向き削孔を施工するにあたり干渉してくる既存鉄筋は、橋脚梁部の鉄筋に加え橋脚柱部から上がってきている鉄筋がある。(写真-3参照)
さらにこの橋脚柱部から上がってきている鉄筋についてはD32鉄筋の鉄筋間隔が100mmの二重構造である為、横向き削孔についても、特に中心部に既存鉄筋が密に並列しており物理的に削孔位置が確保できない。(図-4参照)
- 2, 調査削孔の際、表面の既存鉄筋を躲し削孔すると、表面より400mm程度付近から反対面より配筋してあるせん断補強筋と思われる既存鉄筋に当たり削孔不能となる。(図-5参照)
梁内部にある鉄筋(D16鉛直方向鉄筋)は恐らくスターラップ(せん断補強筋)であり、この内部鉄筋



(写真 - 3)



(図 - 4)

が干渉してきた場合、配筋状況に余裕が無く削孔位置の変更が容易でない為、どの程度まで切断してよいか検討する必要がある。

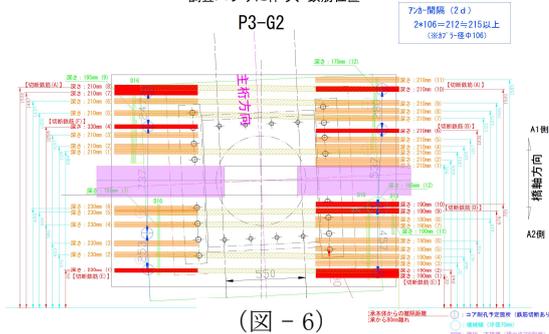
- 3, 折れ曲げ鉄筋が表面より8本、縦断面に8列並んで配置しており、1列目を躲し削孔した際に8列の内の2列目、3列目で干渉してきた場合の対処について(図-2参照)

4. 対策

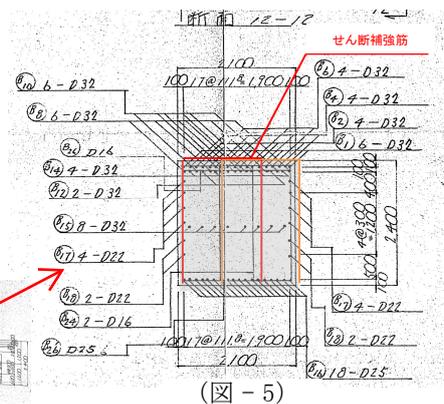
【下向き削孔】

下向き削孔を実施するにあたり、既存鉄筋(D32)の切断は不可避であり主鉄筋・折れ曲がり鉄筋が同径の為、判別が著しく困難であることから、切断する各種鉄筋それぞれの補強対策が必要となります。(図-6、写真-4参照)

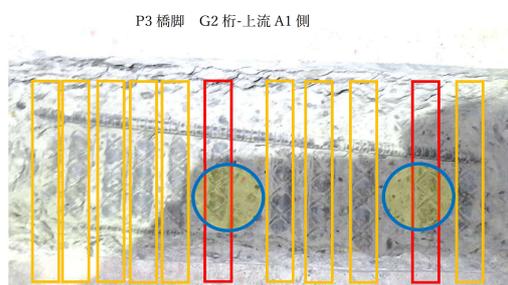
調査ハツリに伴う、鉄筋位置



(図-6)



(図-5)

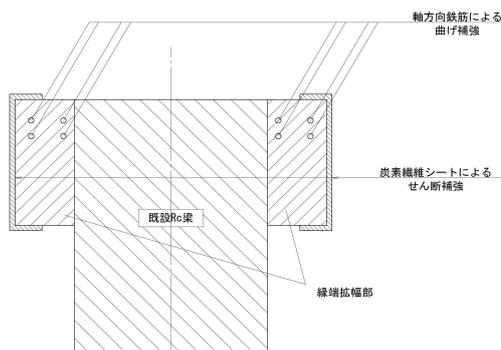


(写真-4)

まず、切断する既存鉄筋が主鉄筋だった場合。主鉄筋は曲げ応力に対しての鉄筋となるので、曲げ補強計算を実施し、下向き削孔による主鉄筋切断を補う目的として縁端拡幅構造の内部に切断する鉄筋断面以上の軸方向鉄筋を追加し、曲げ応力に対しての補強対策を立案。(図-7参照)

- ・切断する鉄筋 D32×8本(7.942cm²×8=63.536cm²)
- ・補強する鉄筋 D51×4本(20.27cm²×4=81.08cm²)

次に、切断する鉄筋が折れ曲がり鉄筋だった場合。折れ曲がり鉄筋はせん断応力に対しての鉄筋となるので、せん断補強計算を実施し、下向き削孔・横向き削孔共に干渉する折れ曲げ鉄筋の切断を補う目的として、縁端拡幅構造に新設するスターラップ(せん断補強筋)の鉄筋径を当初設計より増径し、縁端拡幅完了後の炭素繊維シート施工(高強度600-3層)にてせん断応力に対しての補強対策を立案。(図-7参照)



(図-7)

【横向き削孔】

橋脚柱部の鉄筋は鉄筋間隔100mmのD32なので、実質68mm程度しか間隔が無い。加えて2重鉄筋となっている所に65mm(削孔径)の削孔は現実的に不可能となります。

構造計算により橋脚柱部の鉄筋について照査を実施し、今回削孔する箇所での応力計算により、柱部の鉄筋としては上部鉄筋であり、応力を必要としていない為切断が可能と判断しました。

次に横向き削孔時、削孔深部にて干渉する既存鉄筋は恐らくスターラップであることが想定され、応力計算の結果施工時切断については可能であるが、縁端拡幅完了時に炭素繊維補強による補強が必要である。これについては、下向き削孔計画段階で検討した炭素繊維補強(高強度600-3層施工)を施工すれば、全本数切断時に於いても補強強度が確保できることを確認し、削孔作業を実施することとしました。

応力計算の結果、折り曲げ鉄筋については下向き削孔にて切断した場合、横向き削孔施工では切断できないと断定。折り曲げ鉄筋に干渉する場合は、削孔位置を物理的に移動させる方法以外は無いが判明。よってリスク軽減を目的とした縁端拡幅工に於ける構造の見直し検討を実施しました。縁端拡幅に求められる強度(ジャッキアップ時にかかる応力)を確保しつつアンカー鉄筋の本数を削減できないかを再度構造計算を見直した結果、計算によりジャッキアップ時にかかる応力の範囲(L=1600mm)に必要な最低限の鉄筋本数を特定し、数本ではあるがアンカー筋の本数削減が可能。このことから、アンカー削孔数を削減することで既存鉄筋切断のリスクを最小限に抑えると共に、削孔時に折れ曲がり鉄筋に干渉してしまい、削孔位置を移動させなければならない時のスペース確保が可能と考え実施することとしました。

5. 結果

まず先行して施工を実施する縁端拡幅工における横向きアンカーでは、事前の綿密な調査・検討の結果、切断できる既存鉄筋、切断出来ない既存鉄筋を明確しておくことにより削孔作業をしながら、既存鉄筋に対する問題を解決していくのではなく、既存鉄筋に干渉してきたらその場で切断してよい鉄筋なのか、削孔位置を移動させるのか判断することで、スムーズな削孔作業を進めることができました。

また、削孔作業の施工時には鉄筋センサ付き削孔機を使用することにより、既存鉄筋の損傷・誤切断を防止しながらの削孔作業を実施しました。

下向き削孔につきましては縁端拡幅コンクリート打設後、炭素繊維補強を行った上で下向き削孔となる為、後戻りのできない施工となります。この下向きアンカー施工に於いては物理的に既存鉄筋(主筋及び折り曲げ鉄筋)を切断しないと削孔作業が出来ない状況の中で、横向きアンカー施工同様事前の綿密な調査・施工課題に対する検討を実施し、主鉄筋(折り曲げ鉄筋含む)を削孔作業にて切断をする前に、適切な補強方法にて対策を講じた上で削孔作業に望めるような体制を構築することで、安心且つ円滑な削孔作業に繋げることが出来たと考えます。



鉄筋組立・アンカー設置完了写真



縁端拡幅工・炭素繊維補強工完了写真

6. 考察及びまとめ

今回の施工箇所は日平均3万台を超える主要幹線道路であり、それを支える重要構造物(橋梁)の根幹である橋脚における補修工事でした。今回の補修工事で最重要課題となった既存構造物の鉄筋が密にある状態でのコア削孔作業にて既存鉄筋を誤切断することは、通常鉄筋コンクリート構造物に於ける鉄筋切断とは構造物の強度を低下させる恐れのある行為であり、最悪の場合構造物自体の資産性の低下を招いてしまいます。

約1年にも及ぶ事前調査や修正設計の作成に時間と労力を費やしましたが、施工再現性の高い補修案の計画が出来たことにより、無事故無災害にて工事を竣工することが出来ました。

最後に、ご指導いただきました監督職員をはじめ関係各位の皆様へ深く感謝するとともに、この経験を今後につなげていけるよう努力してまいります。