

中間貫通鋼材の施工に関する一考察

中日本高速道路株式会社 正会員 ○岩吹 啓史

中日本高速道路株式会社 非会員 渡邊 将成

大豊建設株式会社 非会員 野々山幸宏

1. はじめに

橋脚の耐震補強において、辺長比が 1:3 を超える場合、長辺部の帯鉄筋がはらみ出し十分なコンクリートの拘束効果が得られないことから、中間貫通鋼材を用いることが NEXCO 設計要領に記載されている。一方で、耐震補強の対象橋脚の中には、主筋が複数列配置され帯鉄筋の間隔が狭い橋脚があり、これらの鉄筋に損傷を与えずに躯体を貫通させる施工を行うことが困難な状況にある。本報文では、伊勢湾岸道の飛島高架橋における中間貫通鋼材の施工のうち、上り線 P93～P96 及び下り線 P92～P96（以下「本施工箇所」という。）の 9 橋脚（削孔長約 3.0m～4.6）に着目し、実施工にあたり対象となる既設橋脚の鉄筋に損傷を与えない施工方法の計画立案及び施工時の状況や留意した点・課題等を整理・分析した結果について報告する。

2. 施工に向けた課題と対応策

中間貫通鋼材は PC 鋼棒 $\phi 32\text{mm}$ とし、水平方向には躯体断面の短辺長を確保できる必要最低限の配置間隔、鉛直方向は 300mm、削孔径は $\phi 52$ で施工を行った。中間貫通鋼材を施工する上での重要な課題は、既設橋脚の鉄筋を損傷させないことである。特に本施工箇所では、主筋は D51・2 段配置・300mm ピッチや D38・3 段配置・150mm ピッチで、配力筋は D25 あるいは D22・150mm ピッチで配置されており、これらの隙間を縫って削孔長約 3.0m～4.6m の削孔を行うことは、施工誤差等を考慮すると非常に困難である。ここでは、この課題を解決するために実施した、鉄筋位置を把握するために実施した方法と、鉄筋に損傷を与えずに躯体を貫通させる削孔方法について述べる。

2.1 鉄筋位置の把握方法

既設橋脚の鉄筋は図面から読み取ることができるものの、正確な位置の把握は困難である。そこで、より精度を上げた鉄筋位置の把握を行うため、電磁波レーダ方式の鉄筋探査機（KEYTEC 製：SIR-EZ LT）を用いて削孔側・貫通側の両側について調査を行った。次に、探査した結果の鉄筋位置を 3D 描画ソフト（フリーソフト：Sketch up）及び 3D CAD（福井コンピュータ（株）：TREND CORE）で作図し、併せて中間貫通鋼材を配置することで施工が可能となる位置を決定した。検討図を図 1 に示す。

2.2 削孔方法

躯体の削孔はコアボーリングマシンを用いた。但し、万が一鉄筋と接触するリスクを考慮し、鉄筋検知機能を搭載した。躯体の削孔中にビットへ微弱電流を流すことで、通常削孔時はその電圧が一定のままであるが、鉄筋に接触すると電流が漏電し電圧が下がることで、鉄筋を検知する原理である。鉄筋を検知すると、ビットの回転が停止する仕組みとなっている。施工状況を図 2 に示す。なお、施工前に鉄筋コンクリート供試体を用いた試験により、鉄筋に損傷を与えることなくビット回転が停止することを確認した。



図 1 3D CAD による検討図



図 2 コアボーリングマシンによる削孔状況

キーワード 耐震補強、中間貫通鋼材、鉄筋探査、3DCAD、コアボーリングマシン

連絡先 〒485-0082 愛知県小牧市大字村中宇松原 856 TEL0568-42-1911

中日本高速道路（株）名古屋工事事務所

3. 躯体削孔の精度

削孔精度の評価を大きく二つに分類し検討を行った。一つは鉄筋探査機を用いた結果と実施工との乖離、もう一つは設計位置と実施工位置の乖離である。前者は鉄筋への接触有無の要因となり、探査機の探査精度とコアボーリングの施工精度が要因として考えられる。後者は実施工位置が設計成果に影響を及ぼす要因となり得る。ここでは、鉄筋探査及び鉄筋に損傷を与えない削孔方法により施工した結果を、既設橋脚鉄筋への接触の有無と、設計上の削孔位置と実施工位置のずれについて、整理した内容を述べる。

3.1 鉄筋への接触の有無

削孔時における既設橋脚の鉄筋への接触有無について整理したものが表 1 である。橋脚により異なる結果となった。上り線は既設橋脚主筋が 3 段配置であること、下り線 P95 は既設橋脚主鉄筋径が $\phi 51 \cdot 2$ 段配置であり、躯体表面から奥側の鉄筋については探査が難しく、躯体表面手前側の鉄筋と若干ずれた位置にある場合に避けきれずに接触したことが、接触率が大きくなった要因と考えられる。これにより、一度接触した位置での削孔は、少しずらした位置で再削孔を行ったものの、何度か再削孔を繰り返すことが多い傾向となった。

表 1 削孔時の鉄筋接触率

【上り線】	P93	P94	P95	P96	【下り線】	P92	P93	P94	P95	P96
設計本数 (本)	98	39	108	114	設計本数 (本)	48	48	48	48	48
鉄筋接触本数 (本)	34	10	52	69	鉄筋接触本数 (本)	16	9	27	35	9
鉄筋接触率 (%)	34.7%	25.6%	48.1%	60.5%	鉄筋接触率 (%)	33.3%	18.8%	56.3%	72.9%	18.8%

3.2 設計位置と実施工位置

中間貫通鋼材は鉛直方向の間隔は 300mm で設計されている一方で、実施工は鉄筋位置を避けて施工することから、必ずしも 300mm 等間隔とはならない。ここで生じるばらつきを評価するため、各橋脚の鉛直方向一列ごとの削孔位置において、その間隔の最大値・75%値・平均値・中央値・25%値・最小値をプロットした箱ひげ図を図 3 に示す。先述のとおり、どうしても鉄筋を避けることが困難だった箇所は、600mm 程度あるいは 100mm 程度の配置間隔となり外れ値となってしまう箇所があるが、平均値及び中央値が概ね 300mm 程度であること、四分位範囲が 200mm～400mm 程度であること、鉛直方向の設計高さ範囲内に設計本数が施工されており頭部を連結処理すること、これらを総合的に勘案すると設計成果に対し大きな影響は生じないと考えられる。

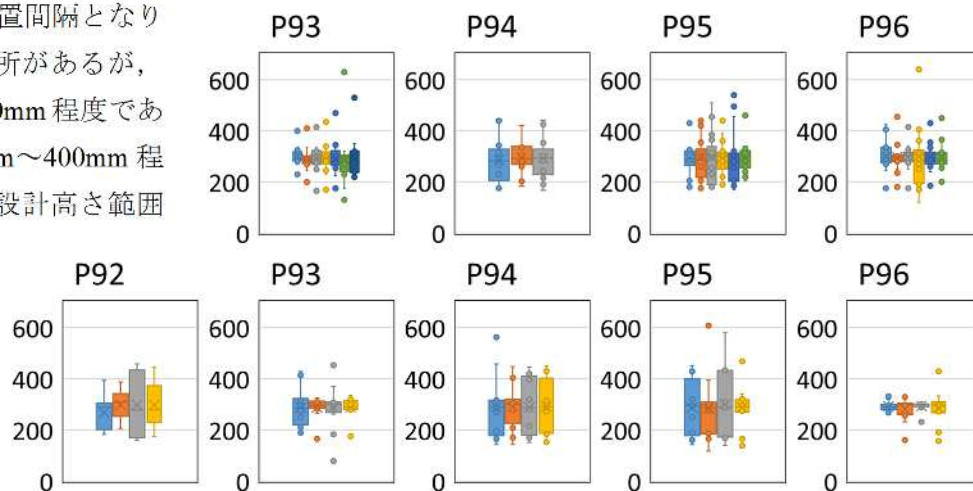


図 3 施工位置の箱ひげ図（上段：上り線、下段：下り線）

4. まとめ

本報文では、中間貫通鋼材の施工について、設計条件を侵さないことを目的とし、困難と考えられた施工方法について、その実績を統計的に評価した。結果、鉄筋探査装置の探査精度とコアボーリングマシンの偏心による精度の寄与は明らかにできなかったが、設計に対する施工精度は良好とまでは言えないものの、一般的に流通している装置や機械を用いて、既設橋脚の鉄筋を切断することなく、設計条件を概ね満足できる施工が可能であることが示された。施工に際しては、図面上に示されない段取り鉄筋に反応し施工が中断することがあったが、型枠を固定するセパレーター孔の位置から推定するなど、注意深く現場状況を見ることがや迅速かつ適切に判断を行うことが求められた。今後の耐震補強工事の一助となれば幸いである。