

円筒形深礎基礎の頂版における型枠支保工の合理化

東急建設(株) 正会員 ○赤井畑 浩樹, 前田 欣昌, 米田 哲也

1. はじめに

本工事は北陸新幹線（金沢・敦賀間）の高架橋を延長 1.8km にわたり築造するものであり、そのうち福井 BvP2, P3 橋脚においては円筒形深礎基礎が計画されていた。円筒形深礎基礎工事においては、工期短縮を発注者から要請され様々な検討をしている。そのうち頂版の型枠支保工の構造を合理化出来ると考えた。一般に、大深度基礎の頂版支保工は、側壁にアンカーボルトで固定されたブラケット支保工を取付けるが、本工事においては工期短縮を図るために、アンカーボルトを省略したブラケットを計画し、型枠支保工の合理化ならびに工期短縮を実現した。本稿では、これらの取組みの詳細を報告する。

2. 検討経緯と課題

深礎基礎は図 1 に示すような中空形状で頂版は厚さ 5.0m、直径 11.0m であり、内空 8m の円筒形側壁の上に構築される。発注段階の参考図には、図 2 に示すように側壁に複数本のアンカーボルトにより H 鋼ブラケットを固定し、その上に型枠材を配置する構造が示されていた。この構造の場合、側壁コンクリート打設時にアンカーボルトが動かないように、組立鋼材等を用いて強固に固定する作業を必要とする上、H 鋼ブラケットには 14 本のアンカーボルトを通す必要があり、側壁から突出したアンカーボルトを壁面に対して垂直に設置する高い精度が要求される。以上から、このようなアンカーボルト併用ブラケット支保工は、施工性が著しく悪いと言わざるを得ない。

さらに、一般的に側壁の型枠には合板が用いられるが、型枠にライナープレートと補強リング（H 鋼）で構成される鋼製埋設型枠を採用することになった（図 3）。この場合、施工順序が一般的な施工順序と異なることになる。一般的な施工順序は、鉄筋組立→鉄筋干渉を避けてアンカーボルト挿入用孔を合板型枠に穴あけ→合板型枠組立となる。一方、今回は工期短縮を目的としてライナープレートによる型枠を円形に地組したものを一括投入する計画としていたため、全ブラケットのアンカーボルト孔を鉄筋と干渉させずに事前に穴あけすることはほぼ不可能と考えられ、施工順序は側壁の鉄筋組立→円形鋼製型枠設置→鋼製型枠に穴あけとなる。この場合、鋼製型枠への穴あけ作業は現地で行うことを余儀なくされ、施工日数短縮の妨げとなるものと想定された。以上のような経緯と課題を踏まえ、アンカーボルトを省略できる方法を検討する運びとなった。

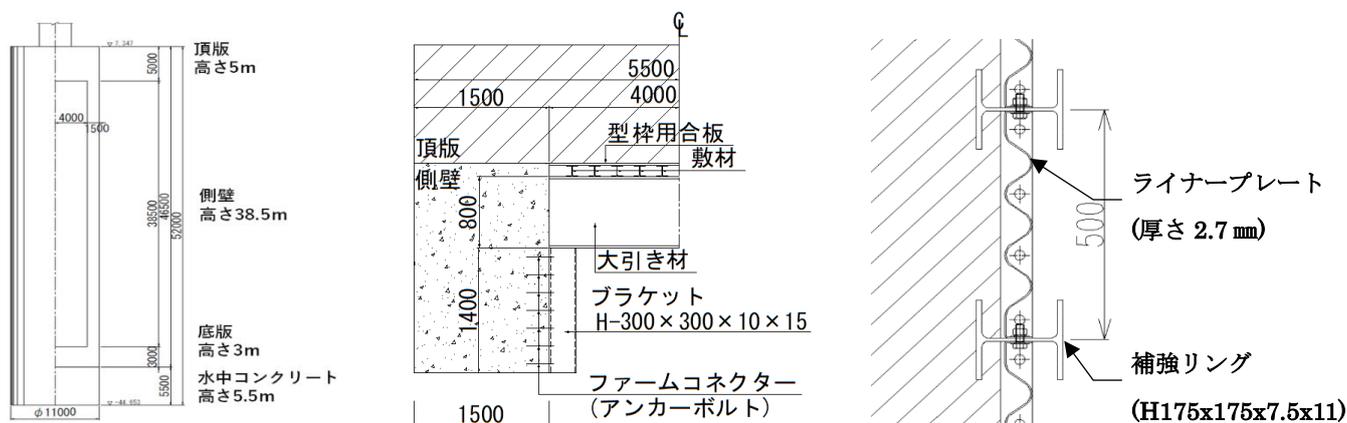


図 1 深礎形状 (P2 橋脚)

図 2 ブラケット構造 (発注時参考図)

図 3 ライナープレート型枠

キーワード 頂版支保工, ブラケット型支保工, 円筒形深礎基礎, ライナープレート型枠

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 東急建設株式会社 土木技術部 TEL. 03-5466-5274

3. 対策案の検討

3. 1. ブラケットの力学メカニズム

ブラケットに作用する力学メカニズムを図4に示す。頂板コンクリート荷重がブラケット先端に作用することにより、ブラケットの最下段固定点を支点とした曲げモーメントが発生するため、引張鋼材（アンカーボルト）を配置し、この曲げモーメントに抵抗させる。引張鋼材に作用する引張力は最上段において最も大きくなるが、ブラケットの全高を高くして支点からの距離を長くするほど、最上段引張鋼材に作用する力を小さくすることができる。なお、引張鋼材にはせん断力も作用するため、引張力に対する照査に加えせん断力および合成応力度の照査を行うことになる。

3. 2. アンカーボルトを省略したブラケットの検討

ブラケットを取付ける型枠は図3に示すようにライナープレートと補強リングであるH鋼で構成されており、H鋼は鉛直方向に50cm間隔で配置されている。そこで、H鋼がコンクリートに埋め込まれることに着目し、図5に示すようにH鋼に作用する引張力がH鋼の引拔せん断耐力以内であれば、H鋼が引張鋼材の役割を果たすものと考えた。なお、引拔せん断抵抗面については、高さはH鋼の175mm、幅はブラケット幅の350mmとし、この面積がコーン破壊することを想定して45度で広がる面に設定した。さらに、先述したとおり引張鋼材から支点までの距離が遠いほど、引張鋼材に作用する力を低減できる。そこで、H鋼の引拔せん断耐力を満足するようにブラケット高さを検討した。検討の結果、必要なブラケット高さは最大で2345mmとなった。また、H鋼とブラケットの固定はボルト接合とした。アンカーボルトのように鉄筋との干渉を気にする必要がないため、H鋼とブラケットへの穴あけ作業は、地組段階で実施する事ができた。一方、鉛直荷重がブラケットの先端部に作用し、補強リングのウェブが曲げ破壊することが判明したため、補強リング間に斜材（D25-2本）を配置し、H鋼ウェブの曲げ破壊を防止した（図6）。なお、斜材が簡単に動かないように、斜材上下端部はH鋼と点溶接を行うものとした。ブラケットの取付状況を写真1に示す。

4. まとめ

本稿では、福井BvP2、P3橋脚の円筒形深礎基礎において、工期短縮を目的とした頂板支保工の合理化に対する取り組みを報告した。従来、引張鋼材にアンカーボルトが使用されるが、今回は補強リング（H鋼）がコンクリートに埋め込まれることに着目し、補強リング（H鋼）を引張鋼材と見立てることで、合理的な計画を立案できたと共に、円筒形深礎基礎の急速施工のために講じた様々な施工方法の一翼を担い、発注者からの工期短縮要請に寄与できた。本稿が同条件下における頂板支保工の計画立案に際して参考になれば幸いである。

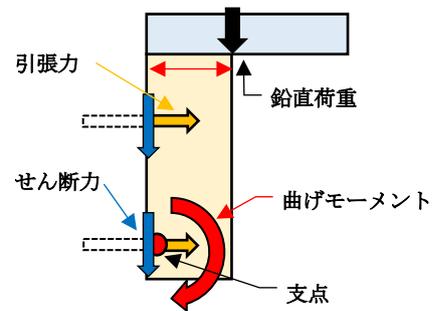


図4 ブラケットの力学メカニズム

$$T_p = \frac{P}{b_p \cdot d}$$

τ_p : 引張せん断耐力
 P : H鋼に作用する引張力
 b_p : 引張力に抵抗する範囲の外周の長さ
 d : 側壁コンクリート内に埋め込まれているH鋼材の深さ

図5 H鋼による引拔せん断耐力

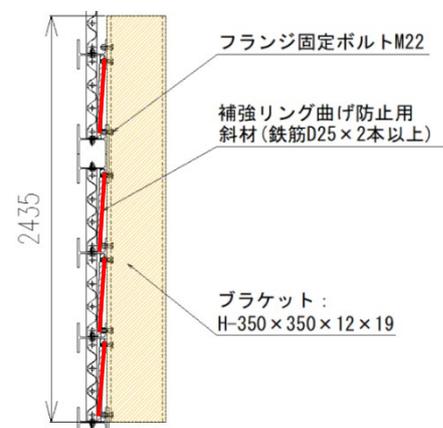


図6 ブラケット材概要図



写真1 ブラケット材の取付状況