

超軟弱地盤上における長大橋梁基礎工の合理化に関する研究

国土交通省横浜港湾空港技術調査事務所 正員 池上 正春，正員 正岡 孝，押田 和雄
財団法人沿岸開発技術研究センター 正員 ○木俣 陽一
セントラルコンサルタント株式会社 正員 糸井 誠

1. はじめに

東京都品川区城南島から中央防波堤外側埋立地を經由して江東区若洲に至る東京港臨海道路は、現在、城南島から中央防波堤外側埋立地までの第一期工事が完了し、中央防波堤外側埋立地から若洲に至る第二期工事を計画中である。本橋は、この道路が横断する東京港第3航路上に計画された橋長760m（支間長160m+440m+160m）のトラス橋である。



図-1 橋梁位置図

架橋地点の地盤は、N値ゼロの表層地盤が30m以上堆積している超軟弱地盤であり、本検討では、このような地盤上において長大橋梁の基礎工を計画するにあたり、ニューマチックケーソンと鋼管矢板井筒基礎の比較検討を行っている。以下に、鋼管矢板井筒基礎における設計・施工上の合理化とコスト縮減策を示す。

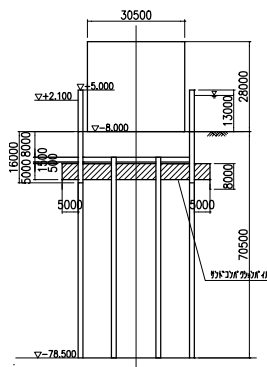


図-2 P2橋脚

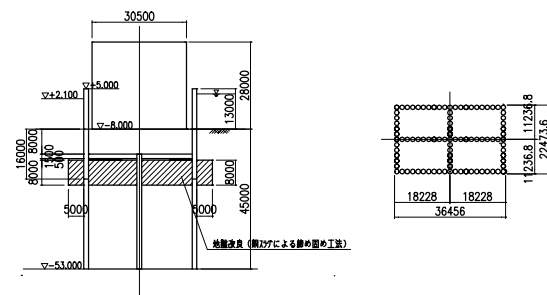


図-3 P3橋脚

2. すべり型免震支承の採用

兵庫県南部地震以降、橋梁構造物の耐震設計では部材の塑性化を考慮した設計が行われている。しかし、本橋のような中路式のトラス橋梁では、塑性ヒンジとなる橋脚部が全体構造の規模に対して小さく有効な塑性ヒンジを形成させることが難しい。また、大規模橋梁であることから橋脚基部に発生した残留変位を地震後に復旧することについても困難が予想される。このため、免震支承を採用し地震力を低減するとともに地震時の塑性変形を免震支承に集中させ、地震時の構造部材の損傷を極力少なくすることとした。

支承反力は、約90,000kNでこれまでの実績の約3倍に達する大規模な免震支承となる。支承構造としては、大型化による製造上の適応性に着目し、図-4に示すように水平力と鉛直力を分離して負担しそれぞれの

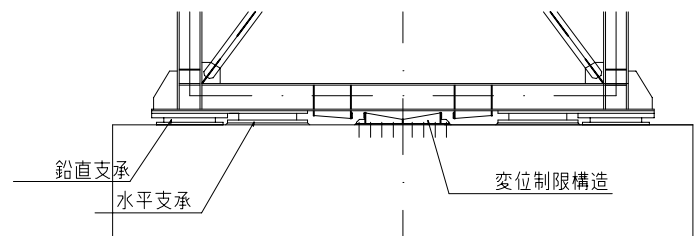


図-4 機能分離支承における支承配置

キーワード 鋼管矢板井筒基礎，軽量コンクリート，盤ぶくれ対策，免震支承，鋼管矢板継手

連絡先：〒231-0003 横浜市中区北仲通5丁目57番地 国土交通省横浜港湾空港技術調査事務所設計室 TEL 045-211-7450

支承規模を小さくできる機能分離型ゴム支承を採用した。機能分離型ゴム支承は、鉛直支承がすべり支承となっており、地震時の摩擦による減衰効果を期待している。解析の結果では、レベル2タイプ の地震時においても橋脚下端での最大応答加速度が $K_h = 0.4$ 程度となり、大きな減衰効果を発揮することが確認できた。

3. 鋼管矢板継手への縞鋼管継手の採用

本橋梁の基礎工は、基礎工の深さに比べ幅が広く、鋼管矢板相互のせん断変形が卓越した構造である。従来型の継手を用いた安定計算結果では、地震時において大きなせん断変形を受け、鋼管に作用する断面力が増加し、これらを許容値内におさえるためには鋼管の本数や肉厚を増加させる必要があった。縞鋼管継手は、継手鋼管に縞鋼板を採用するほか、継手に充填するモルタルの強度を $\sigma_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$ に高めることにより従来型の継手と比べ約4倍以上のせん断耐力が確保できる。このため、井筒全体の剛性が増し、鋼管矢板本数を20%以上減少させることが可能となった。表-1 に西海らが実施した縞鋼管継手の載荷試験結果、図-5 に縞鋼管継手の概要図を示す。



図-5 縞鋼管継手

表-1 縞鋼管継手に関する載荷実験結果

試験体	鋼管径 D (mm)	板厚 t (mm)	EL外強度 σ_{ck} (MPa)	鋼管仕様	継手耐力 Smax (kN/m)	破壊モード
HPJ-1	165.2	12	24.3	素管	200.1	界面ずれ
HPJ-2	165.2	12	17.4	縞鋼管	1826.2	界面ずれ
HPJ-3	165.2	16	23.4	縞鋼管	1375.5	界面ずれ
HPJ-4	165.2	16	20.9	縞鋼管	1375.8	界面ずれ
HPJ-5	216.3	16	23.6	縞鋼管	1850.0	鋼管せん断
HPJ-6	165.2	16	49.2	縞鋼管	2287.0	界面ずれ
HPJ-7	165.2	19	52.1	縞鋼管	1606.5	界面ずれ
HPJ-8	216.3	16	35.7	縞鋼管	2299.6	鋼管せん断

4. 橋脚・頂盤への軽量コンクリートの採用

橋脚及び鋼管矢板井筒頂盤部分に使用されるコンクリートを軽量コンクリートにすることにより約15%の死荷重低減がはかれ基礎工への負担を軽減しコスト縮減が可能となる。軽量コンクリートは、土木分野において昭和40年代に比較的広く使用されていたが、吸水率が高いことによるポンプの圧送性に問題があり、その後は使用例が減少し現在に至っている。建築分野では継続的に使用され、近年では超高層ビル分野で頻繁に使用されている。軽量コンクリート採用にあたっては、ポンプの圧送性の他、マスコンクリートとした場合の断熱温度上昇、打設時の骨材の浮き上がり、材料の安定供給等の施工上の課題や、中性化、塩害、凍結融解等の耐久性に課題があるとされてきた。しかし、調査の結果、建築や鉄道分野での使用実績があること、軽量骨材の品質向上、高性能AE減水剤、低熱ポルトランドセメント、埋設型枠等の開発が進んでいることから、軽量コンクリート採用の可能性を検討することとした。

5. おわりに

本報告は、鋼管矢板井筒基礎を対象とした、設計・施工上の合理化とコスト縮減策を示した。今後は各要素技術に対する合理性や構造的信頼性の検討も確認実験を含め計画されている。各項目の検討結果については改めて各論として報告したい。

本検討においては、東京工業大学日下部治教授を委員長とする東京港臨海道路構造検討調査 耐震・基礎工分科会の委員の方々にご審議、ご指導をいただいております。ここに謝意を表します。

「東京湾横断道路大口径鋼管杭鉛直載荷試験」 土と基礎 1992年2月

「鋼管グイの支持力機構と適用例」 土と基礎 1969年2月

「縞鋼管を用いた鋼管矢板基礎用継手のせん断特性」 土木学会第58回年次学術講演会, 2003, 西海, 山下