

(87) 稲城中央公園連絡橋(仮称)の設計と施工

(株) 銭高組 土木本部 正会員 ○ 秋山 博
 住宅・都市整備公団 南多摩開発局 吉田 優司
 日本交通技術(株) 設計第2部 正会員 畑田 省三
 (株) 銭高・地崎建設共同企業体 今牧 修二

1. はじめに

稲城中央公園連絡橋(仮称)は、現在、住宅・都市整備公団が開発を進めている多摩ニュータウン東部の稲城地区に建設された歩道橋であり、多摩ニュータウンの東側の玄関口としてのシンボル性を持つ橋梁である。

本橋は、平成5年にデザインコンペを実施し(今野博密査委員長、田島二郎副委員長)、入賞第一席となった作品である。主桁断面は、3次元的に曲面変化する舟底形の4室箱桁断面となっている。構造形式は、両端固定式のPC門形ラーメンであり、支間長100.5mは本形式としては世界最大級である。

設計では、曲げおよびせん断に対する主桁応力の照査および主桁・橋脚・フーチング結合部の応力照査などを行った。施工では、流動化コンクリートの採用、型枠と支保工の施工およびコンクリート、橋面などの仕上げ工に特徴を有する。

本稿では、稲城中央公園連絡橋(仮称)の設計と施工について報告する。

2. 橋梁諸元

橋種：プレストレストコンクリート歩道橋
 構造形式：PC門形ラーメン橋
 橋長：107.0m
 有効幅員：8.860~14.446m
 全幅員：16.800~24.386m
 桁高：2.000~5.960m
 縦断線形：4.0~-4.0%
 基礎形式：杭基礎(場所打ち杭φ=2.0m)
 架設方法：固定式支保工

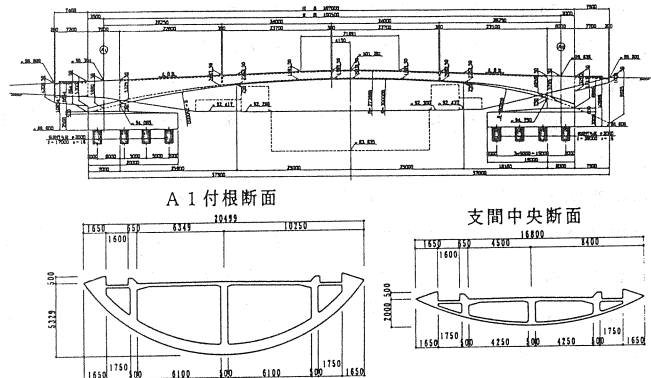


図-1 構造一般図

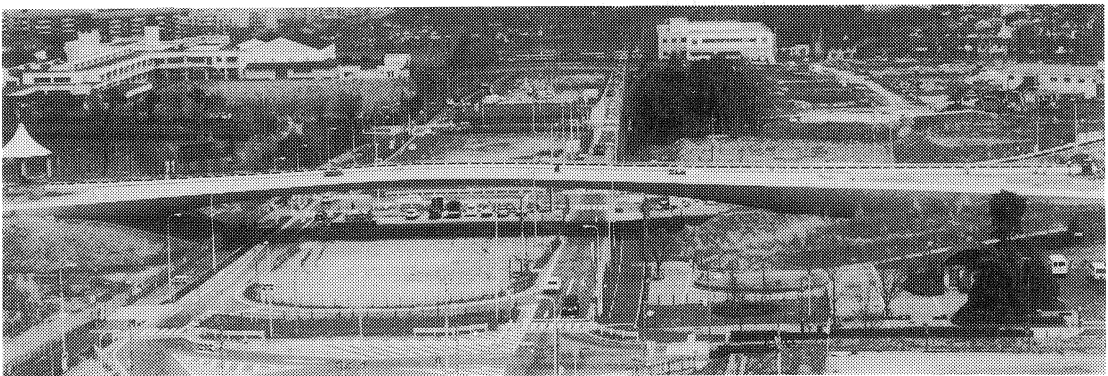


写真-1 稲城中央公園連絡橋

3. 設計

3.1 曲げに対する照査

設計は、ベルヌーイ・オイラーの梁理論(以下、梁理論と記す)により行った。本橋は、主桁断面が曲面で構成されており、床版支間も最大で7m以上と大きくなる。このため、荷重に対する縁応力度の不均等な分布が懸念されたこと、維ひずみの直線分布の仮定の確認などのため、3次元有限要素解析を行い、これらを照査した。

解析の結果、床版の曲げ応力度は同一断面内において同一レベルとなることから、全断面有効とする設計の妥当性が確認された。また、主桁の維ひずみ分布も直線分布することが分かった(図-2)。

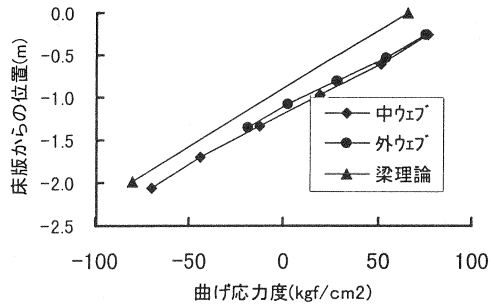


図-2 主桁の曲げ応力度

3.2 せん断に対する照査

舟底形の主桁断面には、せん断抵抗部材として中ウェブ、外ウェブおよび湾曲した下床版がある。これらは、部材寸法が異なる。また、多主桁橋では文献²⁾などでせん断応力の分布が一様とはならないことが指摘されている。以上のことから、先の有限要素解析モデル(弾性解析)を用いて主桁のせん断応力度分布を求めた。この結果、外ウェブのせん断応力度は、全橋に渡って中ウェブの値の70%程度となった。また、その最大値は梁理論から得た値よりも小さなものとなった。

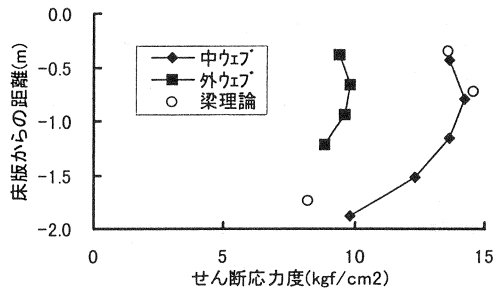


図-3 支間中央部せん断応力度

斜引張応力度算出時には、梁理論でのせん断応力度算出式において、下床版をせん断に対する有効部材として評価することにした。これは、以下のような理由による。一般に、各部位においてせん断応力度に差がある時は、その最大値に対して許容値を満たす必要がある。そこで、下床版をせん断に対する部材として考慮できる比率は、有限要素解析の中ウェブでの解析値と梁理論によるせん断応力度が同レベルとなる比率とした。この比率は、各応力算出位置により異なり、支間中央部では50%、支点部に近づくに従い増大し、支間1/4部で100%考慮できることが分かった。図-3は、支間中央部でせん断抵抗部材として下床版の50%を考慮して、梁理論から算出したせん断応力度と(ウェブ上・下端、図心)有限要素解析から求めたウェブのせん断応力度を示したものである。

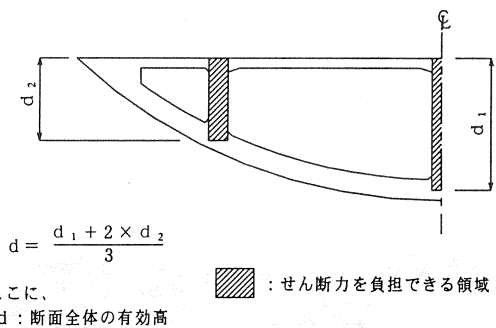


図-4 有効高とせん断抵抗部材

一方、終局荷重時の検討では仮想トラス理論を用いて設計を行った。本橋では、舟底形断面であるためコンクリートの負担できるせん断力と、有効高の検討を別途行った。コンクリートの負担できるせん断力の算出は、非線形領域でのせん断伝達メカニズムには未だ不明な点もあるため、下床版を無視して行った。有

効高に関しては、中・外ウェブでの平均有効高を、断面全体の有効高とした(図-4)。

4. 施工

4.1 試験施工

本橋は、主桁断面が曲面で構成されており、PC鋼材および鉄筋の密集配置のため、コンクリートの締固めなど施工性は極めて悪いものとなっている。そこで、本体工に先立ちコンクリートの仕上がり流動化コンクリートの施工性確認のため、実物大(5.0×2.2×2.7m)の試験施工を行った(図-5)。

コンクリート打設は、打継ぎ目地の仕上がり状態を確認するため2回に分割して行った。また、その際に流動化コンクリートのスランプを第1回打設時には12cm、第2回打設時には15cmとした。これは、スランプを15cmとする事の妥当性を確認するためである。

試験後、第1回目の打設箇所中には、やや締固め不足の箇所が見受けられたものの、第2回目の打設箇所には施工不良箇所は認められなかった。よって、スランプ値は15cmとした。

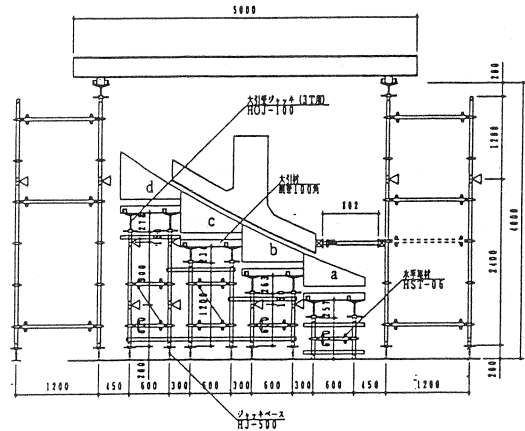


図-5 試験施工モデル図

4.2 流動化コンクリート

前述のとおり、本橋は曲面構造であるため、コンクリートの施工が通常のスランプ値8cmの普通コンクリートを用いた場合には、施工が極めて困難であることが予想された。そこで、流動化コンクリートや高流動コンクリートの検討を行った。高流動コンクリートを採用した場合には、型枠に作用する側圧が大きくなること、本橋では曲面型枠を用いること、ならびに意匠上の理由で型枠一枚あたりセパレーターが最大6箇所制限されることなどから、適当でないため、流動化コンクリートを採用することとした。

スランプ値は、スランプ8cmのベースコンクリートに流動化剤(レオビルドNP-80)を現場添加し、15cmまでスランプを増大させることとした。スランプ値の妥当性については、先に述べたように試験施工により確認した。また、コンクリートが締固め難い主桁形状であることや、夏期にコンクリート打設が予定されていたことなどから、良好な施工性と仕上がりを期してスランプ試験は、25m³に1回の頻度で行った。

本体工事においても、締固め不足なども無く、極めて良好な状態に仕上げることができた。

4.3 型枠の計画と施工

本橋の型枠の計画は、

- 1) 曲面型枠となること、
- 2) 意匠的要求から可能な限り高い施工精度を確保すること、
- 3) 型枠と櫛型の寸法が各々全て異なること
- 4) 上げ越しが最大で244mmとかなり大きいことなどの問題を念頭に行った。

型枠の線形は、上げ越し

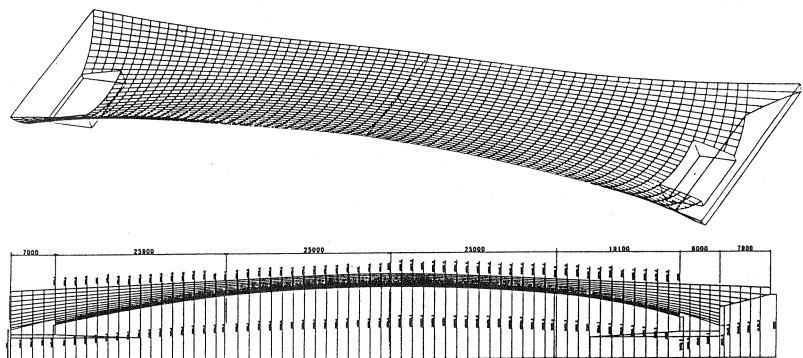


図-6 型枠割付図

を考慮した線形で計画し、主桁断面は、30枚の合板パネルにより構成し、型枠目地のラインが橋軸、橋軸直角方向ともに通るよう、型枠形状を変化させることとした(図-6)。

一方、櫛型は厚さ27mmの合板を用いて加工した。形状は、主桁形状に合わせるため、変化させるとともにセパレーターの取り付け作業等の作業性を確保することから高さを900mm以下となるよう計画した(図-7)。櫛型のコンクリート打設時の側圧対策としては、厚さ6mmの鉄板を裏表ともボルトで結合する方法を採用した。

本橋では、主桁形状が橋軸方向に非対称となっているため外型枠だけで2000枚以上の型枠と4200枚以上の櫛型の製造を精度良く行う必要があったため、これらを、CAMシステム(Computer Aided Manufacturing System)により工場加工することとした。

型枠の施工には、一度に全ての型枠を施工する必要があったため、任意の位置での座標と型枠寸法、櫛型寸法、型枠・櫛型設置座標およびスタップ加工形状などの諸データを、容易に管理できるパソコンを用いた施工管理システムを用いて施工を行った。型枠組立における施工誤差は、5mm以内と極めて高精度な組立ができた。

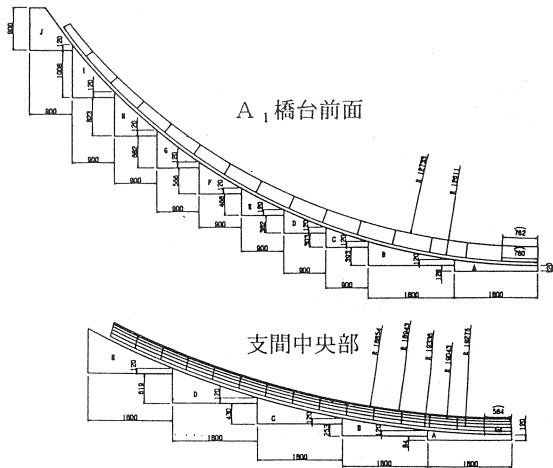


図-7 型枠断面割付図

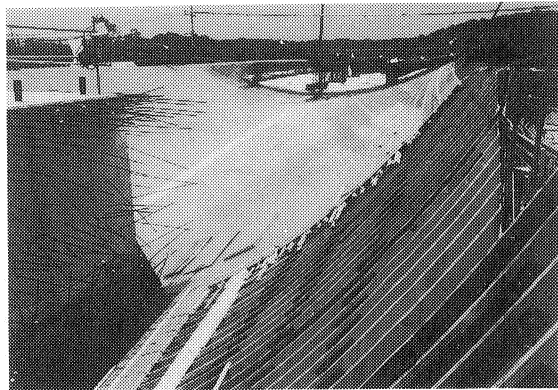


写真-2 型枠施工状況

5. おわりに

本橋の設計では、曲げに対する梁理論の適用の妥当性を確認した。せん断に対しては、設計荷重時のせん断に有効な下床版厚の検討を行い、終局荷重時のせん断力を負担できる部材と有効高の検討を行った。特に、斜引張応力度の算出方法は、本橋のように各ウェブのせん断応力度分布が、一様とならないような橋梁のせん断に対する設計としては有効な設計法であると思われる。

施工では、流動化コンクリートの施工性と仕上がりの試験施工による確認、型枠の計画と施工に特色を有する。中でも、型枠の計画から施工について、3次的に変化する形状に対して、型枠の工場製作と厳重な施工管理により施工誤差5mm以内という極めて高精度な施工ができることが実証されたことは、意義深い。

最後に、本橋は本体工が平成9年3月本体工が終了し、平成9年7月22日の開通に向けて仕上げ工事を鋭意施工中(平成9年7月中旬現在)である。本橋は、様々な検討や試験と施工管理により極めて美しい橋梁となっている。ここに、関係各位の御助力に記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 村山和義、清峰亮介: 稲城中央公園連絡橋, JCCA, Vol. 189, 1995年10月
- 2) Podolny, W. Jr., "The Cause of Cracking in Post-Tensioned Concrete Box Girder Bridges and Retrofit Procedures", PCI JOURNAL, V.30, No.2, March-April 1985, pp.82~139.