

名護屋大橋 拡幅工事の設計・施工
 ― ステンレス製トラスとPC板を用いた歩道の増設 ―

三井住友建設(株) 土木管理本部 PC設計部 正会員 ○齋藤 謙一
 佐賀県唐津土木事務所 道路整備課 係長 蔭 浩之
 佐賀県唐津土木事務所 道路整備課 主査 坂本 弘明
 三井住友建設(株) 九州支店 名護屋大橋作業所 伊東 拓郎

1. はじめに

名護屋大橋は1967年に片持ち張出し施工によって当時の国内最大支間長を176mに更新したPC3径間有ヒンジラーメン橋である(図-1)。本橋は対面2車線6mの車道を有効幅員として持つ道路橋である。しかし昨今の自動車交通の増大に伴い、自転車、歩行者、地元ドライバーから独立した歩道の増設が切望された。

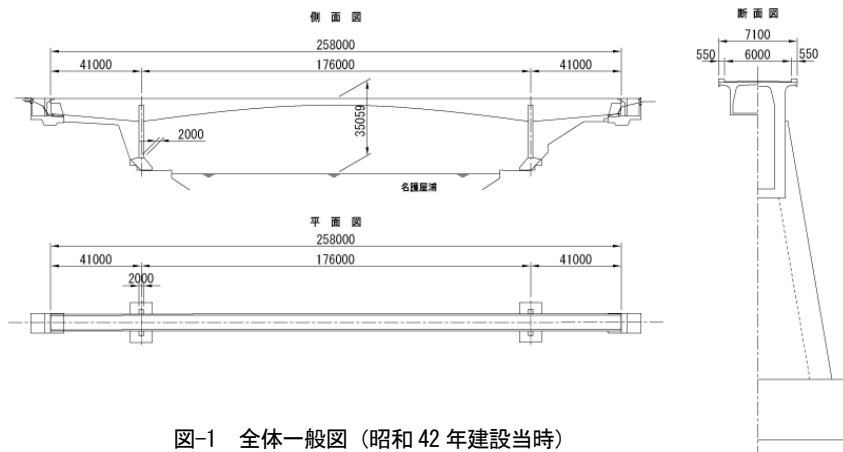


図-1 全体一般図(昭和42年建設当時)

一方、適用規準についても車両大型化に対する活荷重補強、耐震補強など、要求される性能が変化したため、長期的な計画を立てて対策を実施した。その内容は(1)歩道増設により増加する死活荷重の算出、(2)車両大型化、および増加荷重に対応した床版と主桁の補強、(3)増加死荷重を反映させた下部構造の耐震補強、の3段階である。この順で設計を完了したが、死荷重増加の関係から逆の手順で施工した(図-2)。まず6年前に連続繊維シート巻き立て(a)で橋脚の耐震性能を確保した。そして3年前に主桁上縁の外ケーブル(b)と下縁の圧縮鋼棒(c)、および橋台部での負反力鋼棒(d)を追加し、箱内の床版とウェブにアラミド連続繊維シート(e)で補強した。今回の歩道の増設は一連の長期計画を締めくくる最後の工程であり、本報告はこの歩道増設工事(図-3)について述べるものである。

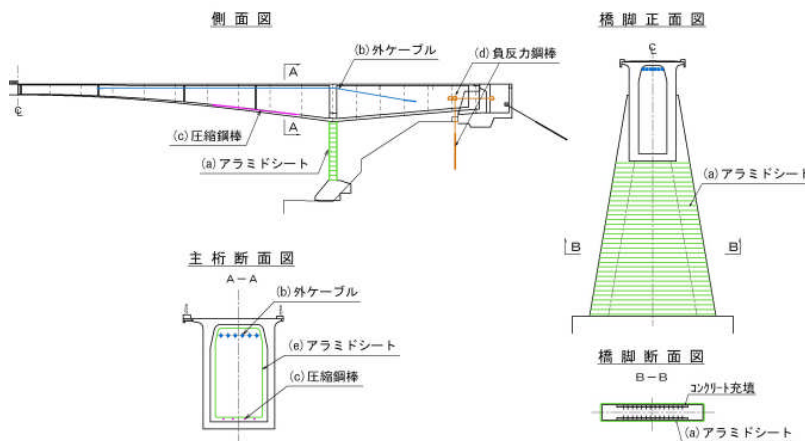


図-2 前回までの補強概要

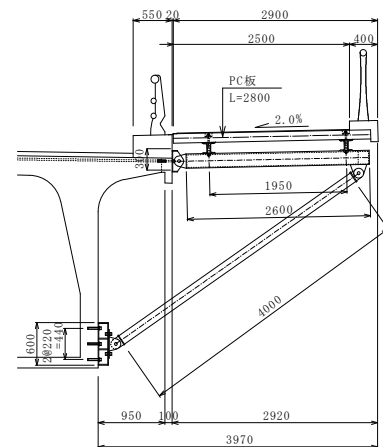


図-3 今回の増設歩道の断面構造

2. 歩道増設の計画と方針

増設する歩道は有効幅員 2.5m で外海側のみである。計画で環境条件と施工条件に配慮して、①安全確保、②軽量化、③ライフサイクルコスト、以上の3項目に着目して基本構造と使用材料を選定した。

①安全確保

本橋では片側交通規制をかけた橋面上からクレーン車と高所作業車で海上に張出して施工する。中央径間は名護屋浦の港の航路を跨ぐ海上 35m の高さにあり、部材が落下した場合には大事故につながる可能性がある。安全確保として、作業中の人為的な原因で起こりうる事故に配慮することは勿論、経済性が著しく劣らない範囲で後述するフェイルセーフを設けて施工中と完成後の安全を高める方針とした。

②軽量化

本橋は長大橋であるため死荷重増加が断面力へ与える影響が大きい。上下部構造全体の補強量を最小とするために増設する歩道を軽量化する方針とし、メタルのトラスを主構造に採用した。その結果、鋼材重量は 60 トンとなり、PC 板 210 トンに舗装・高欄を加えた増設歩道全体の重量としても、既設上部工重量の 3% 未満に抑えることができた。

③ライフサイクルコスト (LCC)

本橋は海上に位置しており塩害の影響を考慮する必要がある。「維持管理が殆ど不要なほど耐久性のある構造」、もしくは「容易に頻繁に維持管理更新が行える構造」が望まれたが、現地条件から頻繁なメンテナンスは困難と考え、「維持管理が殆ど不要なほど耐久性のある構造」の方針とした。材料として主構造としてステンレス製のトラスを、床版としてプレキャスト PC 板を選定することで耐久性を高め、LCC を低減した。

3. 歩道の構造

既設橋の床版は RC 構造であり、張出し床版の先端に重たい RC 床版を打ち継いで歩道とすることは困難であったため、トラス構造とした。これにより、既設桁高の範囲でトラス高を稼いで構造を成立させつつ、前述の軽量化を図ることができた。歩道路面は海風の吹き上げに抵抗できる適度な重さ、経済性、耐久性から PC 板とした。

トラスの格点は実構造物におけるピン結合の再現が困難なことから剛結合が多用されてきたが、本橋の場合は橋面上からの架設において誤差吸収が必要となった際に剛結合では施工が困難になると考え、3 格点全てをピン結合とした（図-4, 5）。

設置するトラスの間隔は、既設高欄の支柱ピッチ 2m と経済性を考慮して倍数の 4m とした。このトラス上にチャンネルを利用した橋軸方向の通し梁を 2 列に渡し、その上に PC 板を置く（図-4）。PC 板はエポキシ樹脂塗装 PC 鋼材で橋軸直角方向にプレテンションを与えたものであり、現地に敷き並べた後にアラミドロッドの外ケーブルで橋軸方向にポストテンションを与えて一体化した。

トラスの下端は既設ウェブの外側を鉄筋探査、ハンマードリルで削孔したのち、後施工アンカーとしてステンレスのボルトを挿入して「下端固定梁」を取り付けた（図-5）。この下端固定梁とピンとの間に長孔構造や調整板を設けて、格点の通りをほぼ揃えられる構造とした。トラスの圧縮斜材は丸鋼管として、座屈に対して最も有利な断面とした。

トラスの上縁において橋軸直角方向に水平力を受ける引張弦材（図-4）には形鋼（H-200）を選定した。これにより、

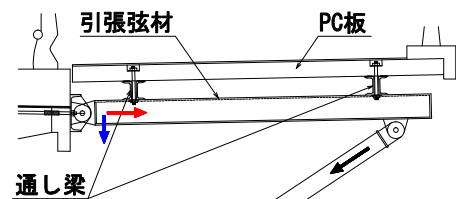


図-4 トラス上縁の構造

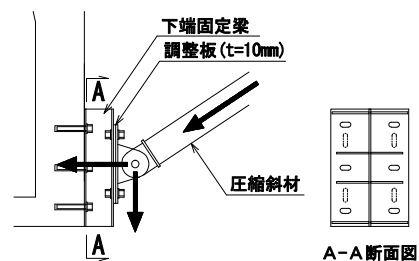


図-5 トラス下端の誤差吸収の仕組み

引張力に耐える断面積と、上載した通し梁からの集中荷重に耐える曲げ剛性を汎用性の高い形鋼で確保した。

この引張力は、床版先端の橋軸直角方向鉄筋をはつり出して機械継手でステンレスボルトと接合することで既設の橋体へ伝達する構造とした(図-6)。その際、トラスのピンとステンレスボルトを直接つなぐず、張出し床版の先端に配置した溝形鋼(C-300)を介して間接的に水平力を伝達する仕組みとした。これにより施工時の鉛直方向、橋軸直角方向の出来形の誤差を吸収できた。

一方せん断力はC-300の背面に溶接したせん断キーに受け持たせた(図-7)。

ここで、もしもステンレスボルトが破断した場合には歩道と既設構造をつなぐものが無くなり大事故につながりかねない。今回はこのステンレスボルトを最重要部材と考えて二重の安全を施した。

まず、ステンレスボルトにせん断と引張が同時に作用しても良い様に、相互作用による許容応力の低減を行った上で、十二分な安全率を持たせた。

次に、C-300を取り付ける際に用いた両端の架設ボルト(図-8)を、ステンレス製の永久仕様とした。これにより架設中、および完成後に、もしも中央のステンレスボルトが破断した場合に架設ボルトがC-300の落下を両端で支え、中央に集中荷重を受ける単純梁となって落橋を防ぐフェイルセーフとなる。

また既設箱桁の横方向の設計についても、増加荷重によって張出し床版付け根の負曲げモーメントが増加する。これに対しては床版上面にアラミド繊維シートを先行して貼り付け(図-9)、曲げ補強した。

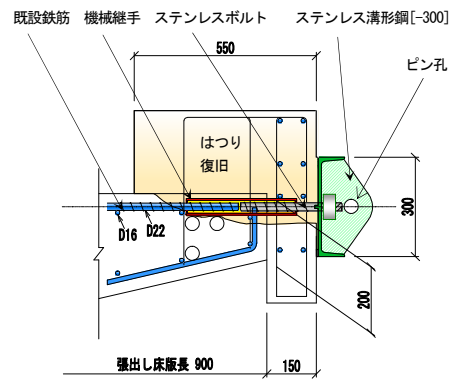


図-6 張出し床版先端の水平力の伝達機構

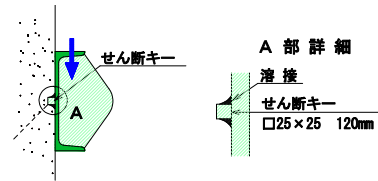


図-7 せん断キーの断面構造

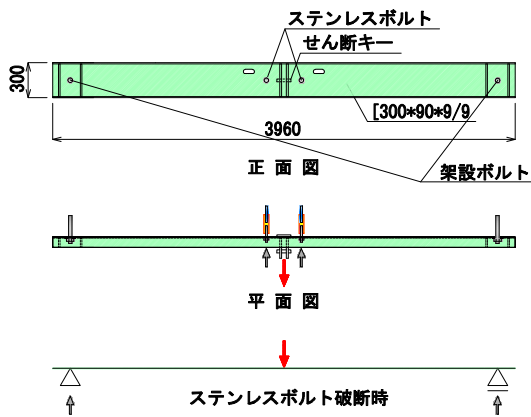


図-8 C-300によるフェイルセーフ

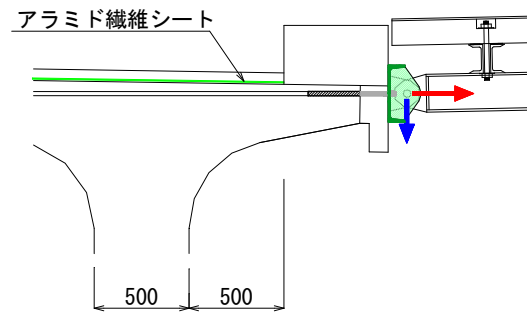


図-9 アラミド繊維シート補強

4. 母材と塗装の選定

トラスのピン結合部は磨耗するために塗装による防食が困難である。腐食しない母材を考えるとチタン、ステンレスなどの合金が候補に挙げられた。一方、ピン結合部以外の部材は磨耗しないために標準的な母材に塗装を施した材料も選択可能であり、結合部と一般部で材質を使い分ける案が考えられた。しかし合金と一般鋼材を接合すると、その部位に電位差が生じて卑なる金属が「ガルバニック腐食」と呼ばれる腐食現象を起こすことが知られている。

よって材料選定では結合部と一般部で材質を使い分けることなく同一とした。合金材料の調査の結果、建築分野を中心とした構造部材への適用実績の増加と設計施工規準類の充実¹⁾、昨今の合金材料の市場流通とそれに伴う価格の安定、この2点を考慮してステンレスを採用した。ステンレスは全て無塗装である。

5. 機械継手

トラス上端の接合は、図-6 に示す既設鉄筋とステンレスボルトの機械継手とした。継手の選定においては、持続荷重に対して抜け出しクリープの影響を最小とするためにセメント系の充填材を用いるカプラー充填式のタイプを選んだ。今回の筒状カプラーの両端の挿入口にはゴム製スペーサーが有り、挿入する鋼材とカプラーは接しない。今回はさらに絶縁の万全を期すためにカプラー内・外表面をエポキシ樹脂塗装仕様とした。

実用化に先立ち実物試験（図-10, 写真-1）を行って、電気抵抗測定による絶縁性能と、引き抜き試験による継手性能を確認した。更にテスターを用いて全数の絶縁を確認しながら施工した。

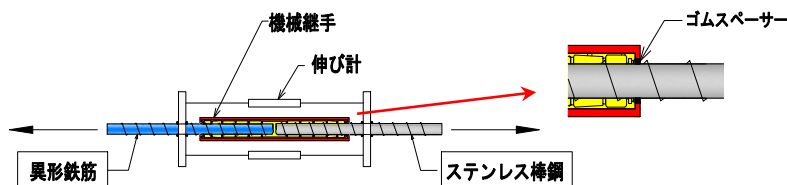


図-10 機械継手の引き抜き試験の概要



写真-1 機械継手の絶縁性能確認状況

6. 施工

施工順序を以下に述べる。

①既設張出し床版の補強

アスファルト舗装をはぎ取りアラミド繊維シートを上床版上縁への貼り付け（写真-2）、シート保護層の施工を行ってから車道舗装を復旧した。



写真-2 アラミド繊維シート

②トラスの架設

まずトラス下端の鉄筋を探索して後施工アンカーの設置を行った後、既設床版の先端をはつって機械継手によりステンレスボルトを設置した。既設鉄筋を避けたこれらの設置結果を 3 次元測量し、ステンレス材の長孔の位置を橋軸方向、鉛直方向に調整して工場で作材を製作した。その後、溝形鋼(C-300)を架設して張出し床版のコンクリートを復旧、高所作業車を用いてトラスを架設した後に（写真-3, 4）、通し材を上流に流して橋軸方向を連続化した。



写真-3 トラスの架設状況

③PC 板の架設

通し材の上に工場製作の PC 床版（地覆付き）を敷き並べ、アラミドロッドで橋軸方向にプレストレスを与えて PC 版同士を一体化させた。最後に高欄、排水、歩道舗装を行い完成した（写真-5）。

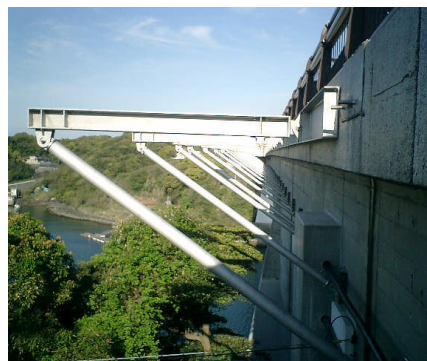


写真-4 トラスの架設完了

7. おわりに

ステンレス鋼を構造部材に用いた国内数例目の橋梁として、本工事は 2007 年 8 月 28 日に無事竣工した。御協力を頂いた関係機関の皆様にご心より感謝申し上げますと共に、本報告が類似工事の一助となれば幸いです。



写真-5 完成状況

8. 参考文献

- 1) (社) ステンレス構造建築協会, ステンレス構造ガイド (2000. 4)