

(46) 吊床版橋「うさぎ橋」の設計と施工

宮崎県北方町土木課 柴田英雄

前田設計 株式会社 山口順一

株式会社 ピー・エス 牧野正明

○ 同 上 前田文男

1. はじめに

うさぎ橋は、宮崎県北部の五ヶ瀬川沿いに位置する北方町に架設された支間115mのPC吊床版形式の歩道橋である。この工事は、自治省の行っている地域づくり推進事業の公園整備プロジェクトの一環である。

この橋により、五ヶ瀬川で隔てられていた町の中心部がある川水流(かわずる)地区と町の総合運動公園がある中山地区とが徒歩により結ばれた。

うさぎ橋の名前の由来は、北方町が『千支の町』として町全体を十二支に分けており、架設地点の川水流地区の千支が『卯』に当たることから「うさぎ橋」と命名された。

架設地点は、五ヶ瀬川の中流域にあたり、付近には、北方町の重要な観光資源である鮎漁の「やな」があり、河川内での施工は極力避ける必要があった。このため形式選定では、河川内に橋脚を持たない支間100mを越える次のような橋梁形式を比較検討した。

1. 無補剛けたの吊橋
2. 下路トラス橋
3. 中路式ニールセンローゼ橋
4. PC吊床版橋

施工性・経済性・景観性など検討された結果、PC吊床版橋とした。

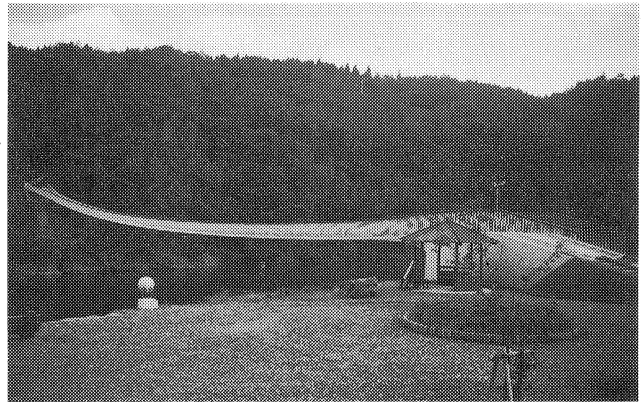


写真-1 うさぎ橋の全景

2. 全体概要

PC吊床版橋は、橋台間に張り渡したPC鋼材を薄いコンクリートで包み床版とし、この上を人が通れるようにした橋である。本橋の概要を図-1に示す。本橋は橋長127.5m、支間115m、全幅2mのうち、1.5mを有効幅員としている。基本サグ量は、3.5m(約1/33)と比較的大きく設定した。

本橋では、あらかじめ橋台間にPC鋼材(1次ケーブル)を張り渡し、これを利用してプレキャストブロック床版を架設し、目地部の施工後、床版にプレストレスを与えるため2次ケーブルを緊張した。

また、A1橋台とA2橋台では工程差が約7mあり、急勾配となるA2橋台付近では、約20%程度の縦断勾配となる。このため橋面上に階段を設置し歩行者の便を計った。

3. 設計概要

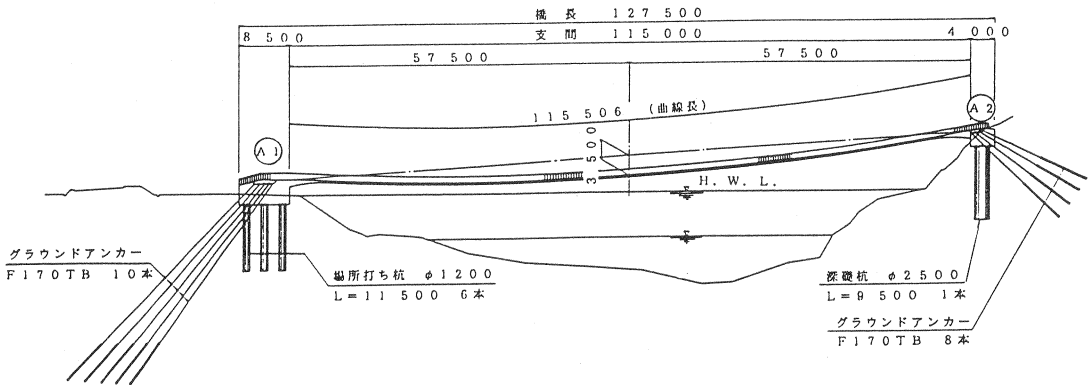
3-1 下部工の設計

A1側の地質状態は、玉石混じり砂質土が地表面下2.5m付近まであり、それ以降は頁岩を主体とし砂岩をパッチ上に挟んでいる。基礎は、支持層を10m程度下の砂礫層に求めるため杭基礎となった。

A2側は、約35°以上の急傾斜を形成しており、基盤岩である頁岩を主体として、表層として崖錐堆積物、表土が分布している。支持層は、表土の下の基盤岩まで求める必要があり、A1同様杭基礎が必要となった。

基礎杭は、A1橋台側は、国道218号線より重機械の搬入が可能なので、オールケーシング工法の場所打ち杭φ1200×11.5mを6本とした。

側面図



平面図

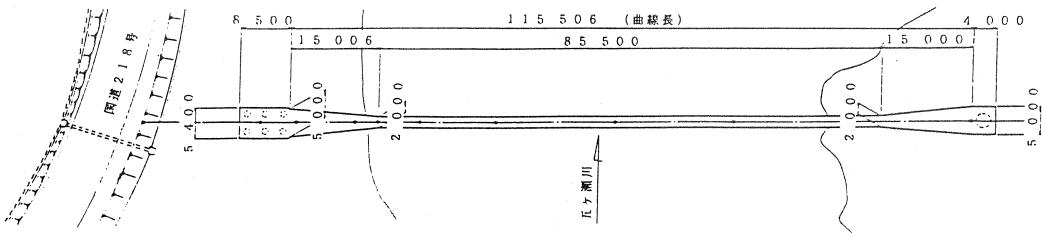


図-1 うさぎ橋の全体一般図

A 2 橋台側は、急傾斜で重機械の搬入ができないので $\phi 2500 \times 9.5\text{m}$ の深礎杭 1 本とした。

杭の設計には、鉛直力のほか施工にともない常に変化する上部工の水平力を考慮した。試算の結果、施工性を配慮してグラウンドアンカーの設計張力の $1/2$ を考慮した。

グラウンドアンカーは、SEEE F-170TBを用いた。これは、自由長部分を被覆材（ポリエチレン樹脂）とスライドパイプの二重防蝕加工とし、定着部に、コルゲートシースによって被覆した永久アンカー仕様のものである。

使用本数は、A 1 側 10 本、A 2 側 8 本。配置角度は、A 1 側 $47^\circ \sim 55^\circ$ A 2 側 $25^\circ \sim 43^\circ$ である。平面配置は施工性を考慮して 2 列の平行とした。

また、アンカー施工の不測の事態に備え両橋台とも 2 本の予備のケーシングパイプを配置した。

3-2 上部工の設計

構造解析は、床版自重についてはケーブル理論より求め、橋面工荷重、温度変化および乾燥収縮については、荷重による変形が小さいものとして微小変形理論による平面骨組解析により求めた。

活荷重については、大変形理論より全載荷と支間中央より前後に分けた半載荷（起点側、終点側）の 3 ケースについて求めた。

本橋は、公園内の歩道橋であり不特定多数の利用が予想される。このため活荷重強度は、「小規模吊り橋指針・同解説」（日本道路協会）に準拠して 200kgf/m^2 とした。これは、この種の橋梁としては比較的大きいものである。¹⁾

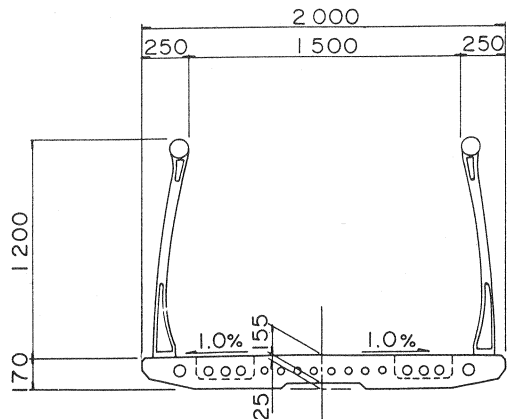


図-2 床版断面図

本橋は、長大スパンの吊床版橋であり、風による挙動や歩行時の横揺れを考慮して端部を15mにわたり標準部2mから5mに拡幅している。更に橋台側5mの床版厚をプレキャスト版の部分(2.5m)で18cmから40cm、支保工施工部分(2.5m)で40cmから120cm程度に厚くしている(図-1 参照)。また、横風による浮き上がりの防止のため、床版の両端の下面にテーパをつけて、全体的に逆翼型断面とした。

断面は、両側に1次ケーブル(架設ケーブル)SEEE F-170を6本通すための切り欠き部を設け、中央に2次ケーブルSWPR19 1T21.8を8本配置した。両外には、照明用の電線を配線するためにφ50のボイドを配置した(図-2 参照)。

上部工の設計は、主に張力に着目して行った。橋体自重による張力は、1次ケーブルで受け持たせ、橋面工、活荷重および温度変化による張力は、1次ケーブルと2次ケーブルで併せて受け持つようにした。

PC鋼材の許容引張応力度は、活荷重によるPC鋼材の応力度の振幅が、あらかじめ床版にプレストレスを導入しているため 2.5kgf/mm^2 程度と小さいので、通常のPC構造物と同様に引張強度の6割とした。

橋台取付部は、剛構造のため曲げモーメントが生じる。この曲げモーメントに対して上側にD19、下側にD25をそれぞれ25本配置した。

本橋は、歩道橋であるが、参考のため「道路橋耐風設計便覧」²⁾(日本道路協会)(以下、対風便覧)により耐風安定性の検証を行った。その結果は、次の通り。

設計基準風速	31.2 m/s	
照査風速(ねじれに対して)	43.1 m/s	照査風速(たわみに対して) 43.1 m/s

これに対して、発散振動の発現風速は、

発現風速(ねじれに対して)	16.5 m/s	発現風速(たわみに対して)	17.6 m/s
---------------	----------	---------------	----------

渦励振については、ねじれ・たわみとも B/d (総幅/桁高)が大きい($B/d = 11.1$)、最大振幅(h_c, θ_c)が小さくなり、許容振幅(h_a, θ_s)内に収まる。

耐風便覧に提案されている算出式によれば、耐風安定性は良好とはいえない。しかし耐風便覧では、本橋のような橋梁までは想定しておらず、この検討の結果によりこの種の橋梁の耐風安定性に問題があると結論づけるのは、早急であると思われる。

吊床版橋に関する耐風安定性関係や風洞試験の報告は、ほとんどなく、また、工事規模からみて風洞試験は難しいので、本橋では、実橋による耐風安定性の長期観測を行うこととした。

4. 施工

4-1 下部工の施工

A2橋台側は、急傾斜で直接には資機材の搬入ができないため、索道を設置し、施工全期間にわたって使用した。

A1側の場所打ち杭は、スウイングジャッキ(ケーシング圧入用)と、50tf吊りクローラークレーン(掘削および吊り作業)を使用して掘削した。地質が玉石混じり砂質土で玉石が多くグラブハンマー等を併用して削孔を行った。A2側の深礎杭は、周囲に崩壊の跡があることから発破の使用は危険であるとしてブレーカーのみを使用して掘削した。

橋台の施工に先立ちグラウンドアンカーのケーシングパイプとしてφ165の鋼管を組立架台により所定の位置・角度にセットした。コンクリートは、硬化熱を抑えるために高炉セメントを用いた。

グラウンドアンカーの削孔は、ロータリーパーカッション式の2重管削孔(φ135)で行った。

A1側は、削孔長が45mと長いので、橋台上にH形鋼で構台を作り、クローラータイプの削孔機を使用した。A2側は、削孔長が21.5mと短いので、橋台上に単管により足場を組み立て、重量の軽いスキッドタイプの削孔機を用いて削孔した。

グラウンドアンカーの緊張は、杭に過大な水平力が作用しないように、1次ケーブル張り渡し前に設計張力の1/2の張力を与え、プレキャスト版を2/3程度架設した時点で所定の設計張力とした。

4-2 上部工の施工

プレキャスト版の製作は、下部工の施工と平行して(株)ピー・エスの久留米工場で行い、トラックにて現場に搬入した。

プレキャスト版の架設は、A1橋台よりプレキャスト版を4基のローラーにより1次ケーブルに吊り下げて、A2橋台からウインチにて引き寄せ順次架設した(写真-2)。

1次ケーブルに吊り下げるためには、1次ケーブルの下を通す必要があるため、A1橋台前面に横取り装置をつくり、プレキャスト版を1次ケーブルの下に移動させ、クレーンにより吊り下げてローラーを取り付けた(写真-3)。



写真-2 プレキャスト版の架設

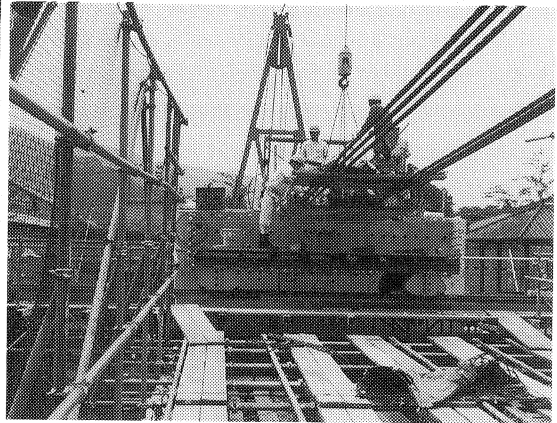


写真-3 横取り装置

プレキャスト版を所定の位置に引き寄せた後、位置を微調整し、厚さ16mmの鋼板でプレキャスト版1枚当たり6ヶ所を固定した。

プレキャスト版の架設後、目地部および1次ケーブルの切り欠き部のコンクリートを打設した。次に両橋台取付部(各2.5m)のコンクリートを打設し、2次ケーブル(1T21.8)8本をセンターホールジャッキを用い両引きで緊張した。最後に、拡幅部2次ケーブル(1T21.8)全24本を片引きで緊張した。

緊張終了後、階段をモルタルで施工し、橋面にエポキシ系の防水塗装を施した。

アルミ製の高欄の建て込み後、吊り足場、ケーブルクレーンを解体し、最後にカラーセラミックス舗装を施した。

5. おわりに

うさぎ橋は、白くその優美な姿を、五カ瀬川の川面に映している。力学的に合理的なこの構造は、今後車道橋を始め広い分野に応用されるものと期待される。また、多径間化や支間も長大化されると思われる。

本橋では、前述の耐風安定性の長期観測のほか、載荷試験・振動試験を平成4年8月25、26日に行った。これらの結果は、機会をみて発表する予定である。

最後に、本橋の設計施工にあたり御指導・御協力いただいた関係各位、ならびに計測計画・実施に御尽力いただいた宮崎大学に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 「小規模吊り橋指針・同解説」日本道路協会，1984
- 2) 「道路橋耐風設計便覧」日本道路協会，1991