

(32) 宇多津歩道橋について (3 径間連続吊床版橋)

地域振興整備公団	藤田 稔
同上	吉川 正行
国際航業(株)	相良 謙治
住友建設(株)	正会員 ○児山 祐樹

1. はじめに

宇多津横断歩道橋は、香川県綾歌郡宇多津町「新宇多津都市」に建設された、我が国で最初のPC3径間連続吊床版橋である。

「新宇多津都市」は、瀬戸大橋の完成に伴い新しい四国の玄関にふさわしい都市づくりを目指し、宇多津町の塩田跡地を中心とした総面積186haの土地に、香川県・宇多津町・地域振興整備公団が一体となって昭和53年から整備を進めているところである。

本地区は、北西前面を瀬戸内海に面し、大小の島々を眺望でき、北東方面には瀬戸大橋を望めるなど、景観性の高い地域である。本橋は、そのほぼ中央に位置し、住宅地から小学校を通り、緑地・地区公園に至る歩行者専用道路と町道宇多津海岸線(幅員50m、通称「さぬき浜街道」)との交差部に位置している。

橋梁形式の選定にあたっては、本形式の実施例が少なく、その未来的な形式が中讃都市圏の中核都市を目指す「新宇多津都市」の開発コンセプトに合致すること、経済性および周囲の景観との調和に優れていることより、本形式が採用された。

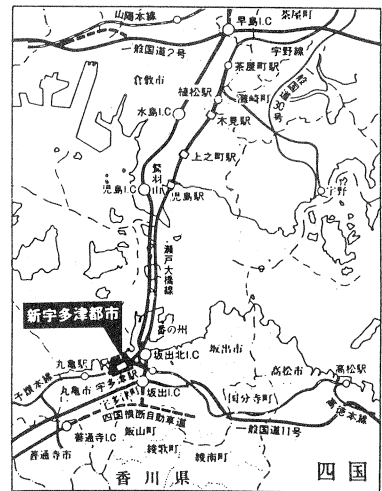


図-1 橋梁位置図

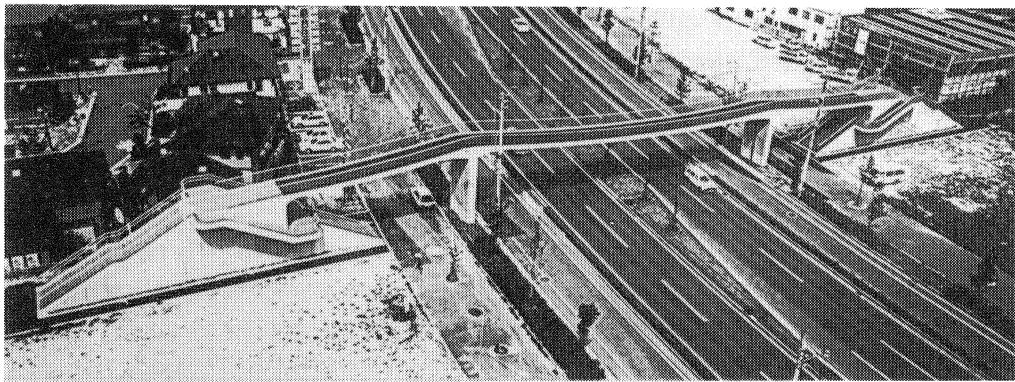


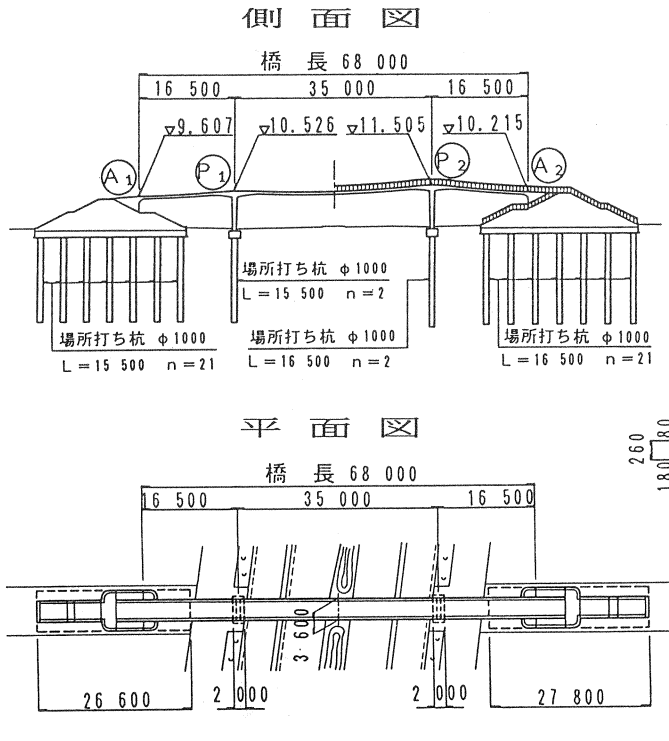
写真-1 完成した宇多津横断歩道橋

2. 工事概要

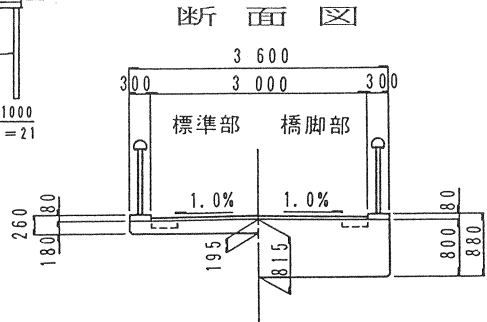
宇多津横断歩道橋の諸元を図-2に示す。

本橋は、吊床版橋として我が国で初めての3径間連続構造であり、かつ(社)日本道路協会「立体横断施設技術基準・同解説」に基き、活荷重 $q = 350\text{kg/m}^2$ 、歩行勾配12.0%以下を満足するものである。

また、排水は橋脚高に1.0mの差をつけることにより、床版内にて排水処理できるようにしている。



工事名：宇多津横断歩道橋設置工事
 工事場所：香川県綾歌郡宇多津町地先
 工期：平成2年8月～平成3年3月
 発注者：地域振興整備公団
 新宇多津都市開発事務所



基本サグ量： $f = 0.733\text{m}$
 (中央径間) $f/L = 1/45$
 設計水平震度： $K_h = 0.20$
 温度変化： $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$

図-2 全体一般図

3. 設計概要

3-1. 下部工

(1) 橋台

吊床版橋の特性として、両橋台に大きな水平力が作用する。その水平力に対し橋台の自重抵抗が橋体の安定に大きく寄与することとなる。

本橋においては、前後の取り付けもあり大きなマスブロック形状にしたため、自重が増え、偏心がおさえられ頂部（ケーブル定着位置）の変位を少なくできる合理的な形状となった。

(2) 橋脚

橋脚とフーチングの結合方法は、従来は橋脚下端をピン構造とする実施例が多いが、大変形プログラムで解析をおこなった結果、上部工地震時慣性力が小さいため、柱下端の曲げモーメントが少なく無理のない断面構成が可能であることが判明した。したがって、結合方法が確実な剛結を採用した。

(3) 基礎工

本地区内の地盤は、砂質とシルト質砂質土の互層で構成されており、支持層としては、概ね深度-13.0m～-15.0mに分布するDg₂層（洪積世レキ質土）が考えられた。また、かつて塩田であったことから地中部の塩分濃度が高いことが予想された。

したがって、基礎工として信頼性が高く、曲げ剛性が大きく、水平耐力が大きい等の利点がある場所打ちコンクリート杭を採用した。

3-2. 上部工

(1) 解析方法

本橋のように、橋脚及び橋台端部に剛結された形式の吊床版では、拘束によりその近傍に曲げモーメントが発生する。言い換えれば、剛結部近傍では、床版は曲げ部材となり、荷重を床版引張力の鉛直分力で受け持つ吊床版部とは異なった部材となる。このような構造を、曲げ部材として作用する部分を無視して短くした仮想支間の吊床版橋としてケーブル理論により解析しても十分な精度が得られる。

本橋では、曲げ部材の部分が約1.0m となるため、設計計算に用いる吊床版支間を図-3のように設定し、3径間連続のケーブル理論により解析を行った。

n スパンに初期荷重 P_0 が作用している水平力を H_0 とする。K 個のスパンに荷重 ΔP が作用したときの水平力の変化は次式で表される¹⁾。

$$\gamma^3 - \gamma^2 \left[1 - \frac{EA}{2 \cdot L \cdot H_0} \sum_{i=0}^{\ell} \frac{Q_{0i}^2}{H_0^2} dx - \frac{\alpha \cdot EA}{L \cdot H_0} \sum_n \Delta T_i \cdot \ell_i \right] - \frac{EA}{2 \cdot L \cdot H_0} \left[\sum_k^{\ell} \frac{Q_i^2}{H_0^2} dx + \sum_{n-k}^{\ell} \frac{Q_{0i}^2}{H_0} dx \right] = 0$$

ここに、

- γ : $(= H_1 / H_0)$
- H_0 : 荷重載荷前の水平力 (t)
- H_1 : 荷重載荷後の水平力 (t)
- L : ケーブル長 (m)
- ℓ_i : i スパンのスパン長 (m)
- EA : 吊床版の伸び剛性 (t)
- Q_{0i}^2 : i スパンの置換静定梁の荷重載荷前のせん断力 (t)
- Q_i^2 : i スパンの置換静定梁の荷重載荷後のせん断力 (t)
- α : 床版の線膨張係数
- ΔT_i : i スパンの荷重載荷前後の温度変化 (°C)

(2) 床版プレストレス

主ケーブルは、施工実績などによりシングルストランド1T21.8mm(SWPR19)を、架設用として10本、床版プレストレス用として27本配置した。

架設用ケーブルは、施工時の床版自重を負担し、床版プレストレス用ケーブルは、後荷重(グラウトが硬化し付着力が生じた後に載荷される橋面荷重、活荷重、温度変化)により床版に発生する引張応力に対して圧縮応力を与えるものである。

本橋は、側径間の支間長が短く、後荷重に対する曲率の変化が大きくなるため床版に過大な曲げモーメントが生じる。床版をPC部材とすると、現配置の2倍程度の鋼材が必要となり、鋼材配置が困難であるとともに経済的でない。したがって、床版はプレストレスによる軸圧縮力を考慮したRC部材として設計し、曲げひび割れ幅を制御した。

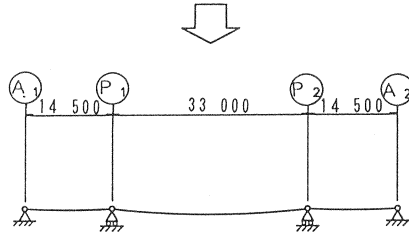
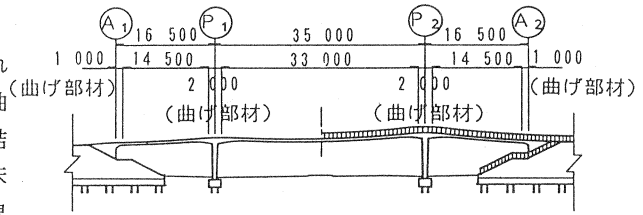


図-3 設計用支間

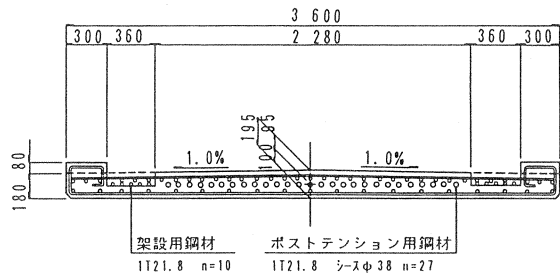


図-4 プレキャスト床版断面図

(3) 振動特性

吊床版橋は、そのスレンダーな構造上、歩行者による周期性の強い衝撃外力が作用すると共振により大きな振動が生じ、利用者が不快感や不安感を抱く可能性がある。

図-5に本橋の低次の固有振動数および振動モードを示す。図より、本橋の固有振動数は歩行者の平均的歩調1.9~2.1Hz内には存在せず、歩行による共振はないものと考えられる。

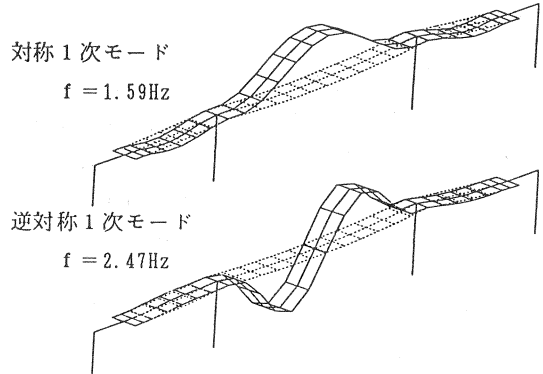


図-5 固有振動数および振動モード

4. 施工概要

施工順序を図-6に示す。施工のポイントは、ケーブルのサグ量の管理と橋台及び橋脚頂部の変位の確認である。

ケーブルのサグ量管理は、施工完了時に所定のサグ量となるように各施工段階をさかのぼってサグ量を算出し管理した。また、途中でケーブル張力の調整ができるように、PC鋼材の定着部は微調整が可能なものを使用した。図-7に中央径間のサグ量の設計値と実測値を示す。図のように、実測値は設計値とよく一致していた。

橋台及び橋脚頂部の変位は吊床版橋に大きな影響を与えるため、施工中は常に観測を行った。橋脚頂部の変位を防ぐため、橋脚上は鋼製のサドルを設置し、サドル上にステンレス板を使用しケーブルとサドル部との摩擦を減ずるようにした。また、各施工段階は両側径間をまず施工し、かつ各径間では径間中央よりバランスをとりながら施工した。観測の結果、施工中橋台部は変位せず、橋脚頂部も脚頂部も微小な変位に抑えることができた。

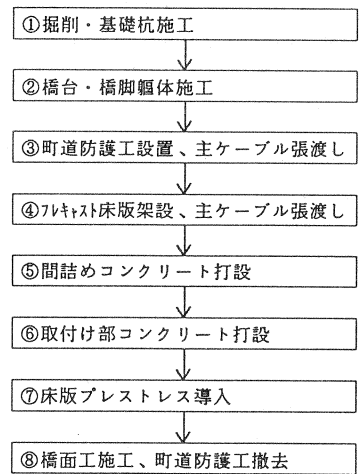


図-6 施工順序フローチャート

5. おわりに

吊床版橋は、材料の特性が十分に発揮でき、美観および経済性にも優れた構造形式である。とりわけ、今回施工した3径間連続吊床版橋は、最長径間のスパンとサグ量の関係から同橋長の単径間のものと比較して次の点で有利である。

- (1) 水平力が減少し、基礎工費が低減できる。
- (2) 振動特性を改善できる。
- (3) 橋脚高に差をつけることにより、排水勾配および歩行者勾配を適正に確保することができる。

最後に、本報告が今後の多径間連続吊床版橋の一助になれば幸いである。

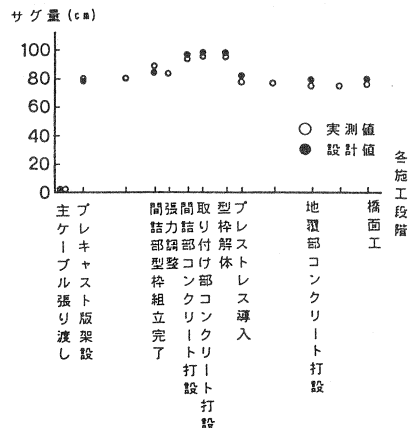


図-7 中央径間サグ量管理図

参考文献

1) J.Eibl & K.Pell : Zur Berechnung von Spannbandrucken Werner-Verlag 1973.
 2) 小村・藤田・相良 : PC 3径間連続吊床版橋の設計および施工について 土木学会第46回年次学術講演会講演概要集 VI-9 1991.9.