

鋼床版箱桁を上弦材としたトラス構造

The Design of Truss Structure Using Steel Plate Deck Box Girder as the Upper Chord

柴山 隆義*
Takayoshi SHIBAYAMA

Summary

This bridge, the approach bridge for the Yokohama Bay Bridge, is a double-deck truss bridge for which a freeway on the upper deck and a national highway on the lower deck are planned.

The upper deck consists of steel plate deck box girders by which the upper chords of the truss and the floor system structure are unified in one body, and, the lower deck consists of steel plate deck girders which are supported by lower cross beams.

Therefore, this truss bridge is a composite structure which consists of steel plate deck box girders and truss structures.

This report outlines the design of this composite structure.

1. まえがき

本橋は、施工中の横浜港横断橋（ベイブリッジ）のアプローチ橋として計画されているダブルデッキートラス橋である。図-1に示すように、上路部はトラス上弦材と床組構造が一体となった8セルの鋼床版箱桁から構成されており、下路部は鋼床版板桁を下路横桁にて支持する構造である。

また、トラスの横断面構成は、上路箱桁、垂直材、下路横桁によって構成されたラーメン構造である。

上路部を上弦材と一体の箱形とした理由は、多数の大規模な添架物の設置が計画されており、添架物及び橋体工の維持管理と美観などを配慮したものである。

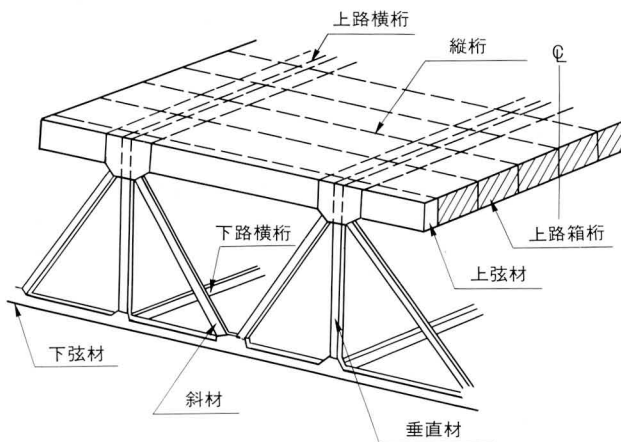


図-1 概要図

本橋の構造は、鋼床版箱桁とトラス構造とからなる複合の構造物であり、構造の特殊性から設計・施工に際して両者の特徴を十分に吟味する必要がある。

本文は、詳細設計に際して実施した構造の分割、モデル化と解析の概要について紹介する。

2. 設計概要

(1) 設計条件

設計条件のうち、主要なものを列記する、尚、下路部は2期施工になり当初は上路のみ施工される。

形式	3径間連続鋼床版トラス橋(ダブルデッキ)
橋格	1等橋 (TL-20、TT-43)
橋長	355.3m
支間割	117.65m + 117.7m + 117.2m
主構間隔	31.0m
幅員構成	上路部 地覆0.75m + 車道13.25m + 中分1.25m + 車道13.25m + 地覆0.75m = 29.25m 下路部 (地覆0.5m + 車道13.0m + 地覆0.5m = 14.0m) × 2
車線数	上下路部共 往復6車線
床版形式	上路部 合成鋼床版 下路部 非合成鋼床版

* 技術本部設計部設計第一課

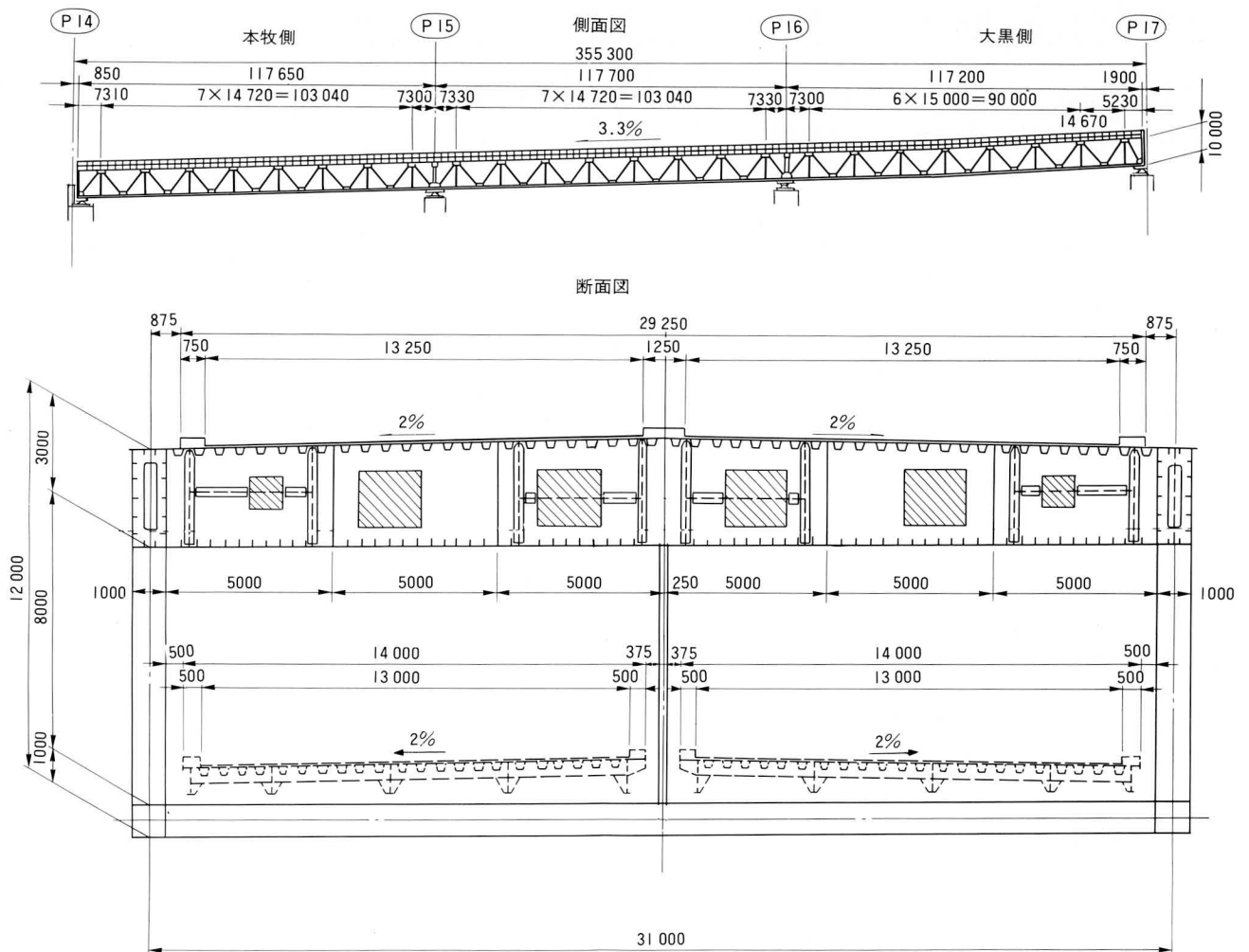


図-2 一般図

(2) 一般構造図

一般図を図-2に示す。

3. 解析方法

本橋は、上下路に道路のあるダブルデッキ構造であり、上路部の鋼床版と主構トラスを一体化した合成構造である。

横断面には対傾構に相当する部材がなく、上路横桁、垂直材及び下路横桁にて構成されるラーメン構造で横断面の形状保持を行っている。

このため、単一の解析ではなく図-3に示すような数種の解析を行い断面力の組合せをして断面決定を行った。

ここでは、構造解析手順と図-4に示すような断面決定フローチャートによる断面決定のプロセスについて概要をのべる。

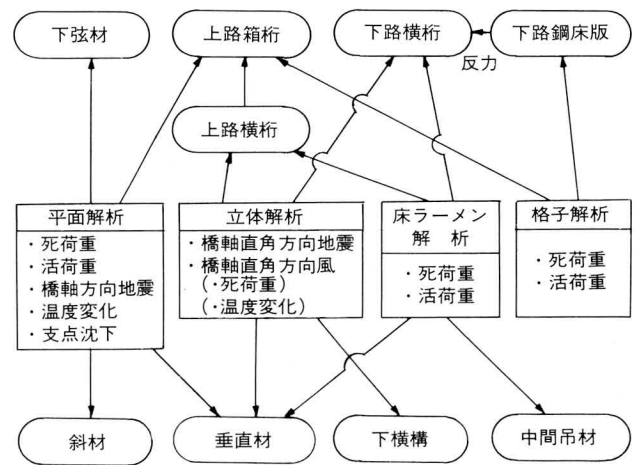


図-3 構造解析系統図

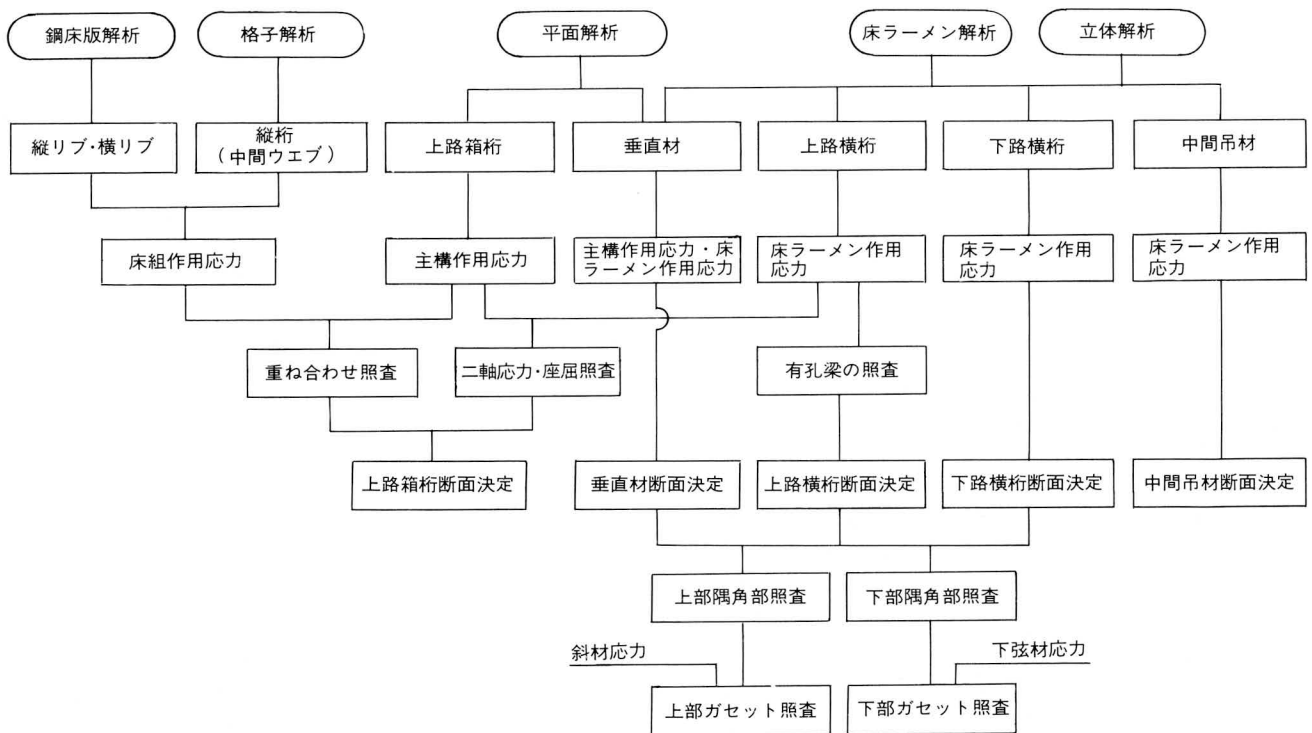


図-4 断面決定フローチャート

(1) 平面解析

1) 解析モデル

節点及び剛度の入力方法は図-5に示す。尚、節点の結合条件は全て剛結合とした。

2) 荷重の載荷方法

荷重の載荷方法は、1期施工と2期施工に分け、1期施工荷重としては、上弦材格点に自重として上路箱桁、上弦材、上路面付属物の全量と、垂直材、斜材、中間吊材等の腹材1/2を格点荷重として考え、活荷重は全て上弦材に載荷した。

下弦材格点には、自重として垂直材、斜材、中間吊材等の腹材の1/2と、下弦材、下路横桁、下横構の全量を格点荷重として載荷した。

2期施工荷重としては、下路部の鋼床版板桁に関連するもので、中間吊材を介して剛性の大きな上路箱桁にも分担されるものと考え、上弦材格点と下弦材格点に1/2ずつ載荷した。(図-6)

尚、活荷重としてはTL-20、TT-43を考慮し、TT-43の載荷方法は本州四国連絡橋公団設計基準の等価L荷重を用いた。

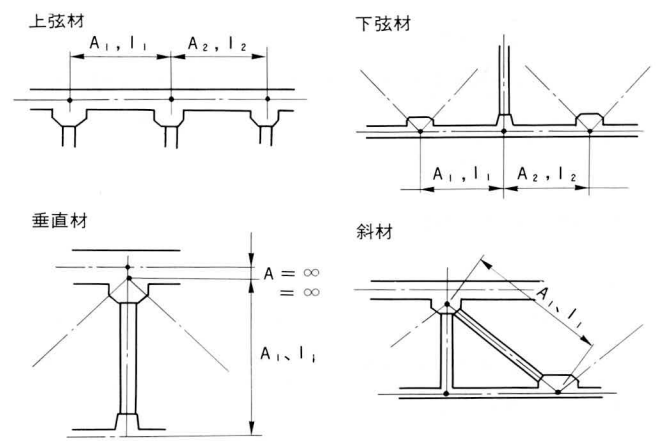
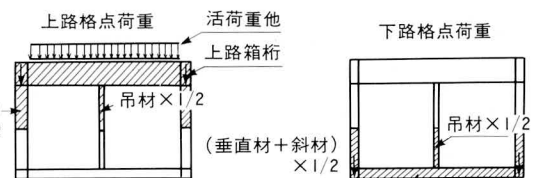
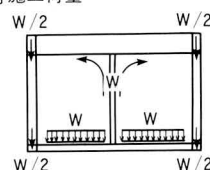


図-5 剛度の入力方法

i) 1期施工荷重



ii) 2期施工荷重



下弦材+下路横桁+下横構

図-6 鉛直荷重の載荷方法

(2) 立体解析

1) 解析モデル

実橋にできるだけ整合させるために次の要領にて図-7に示すようにモデル化を行った。

- ① 上路箱桁は等価剛性を有する1本棒に置換し、上路横桁を介してトラス骨組と剛結合とした。
- ② 上路箱桁骨組中心と斜材骨組中心の交点とのズレは剛部材で結合した。
- ③ 支点はピン固定支持とし、橋脚の剛性も考慮した。

(3) 横荷重の伝達方法

横荷重とは、橋軸直角方向の風荷重、地震荷重であり、各荷重は上弦材部と下弦材部に分け図-8のように考え格点荷重として载荷した。

横荷重の支点への伝達は次のように考えた。

- 1) 上弦材部に作用する荷重は、上路箱桁を介して直接支点部床ラーメンへ伝達されるほか、中間部床ラーメン（垂直材、下路横桁）によって下横構を介して支点部へ伝達される。
- 2) 下弦材部に作用する荷重は、下横構を介して直接支点部へ伝達されるほか、中間部床ラーメンと斜材によって上路箱桁に分配され支点部床ラーメンを介して支点部へ伝達される。

(4) 床ラーメン解析

1) 解析モデル

解析は、平面骨組とし図-9、10のように支点部と中間部の2種について行った。

2) 荷重の载荷方法

床ラーメンの解析は、端支点部、中間支点部、支点隣接部、中間部の4種について行ない、床ラーメンの各部材の断面力が最大、最小となるよう死活荷重を上下路部に载荷した。

上路鋼床版部は、2主桁+5縦桁から構成される連続桁として挙動するため橋軸方向、橋軸直角方向とも1-0法にて荷重強度を算出した。上路死荷重に対しては、各床ラーメンの橋軸方向分担率を立体骨組モデルを解析して決定し、1-0法にて算出した荷重強度を係数倍して各床ラーメンの上路死荷重として载荷した。

上路活荷重に対しては、TL-20、TT-43の組合せを検討し、TL-20、TT-43を橋軸方向に影響線载荷して上路活荷重を決定し载荷した。

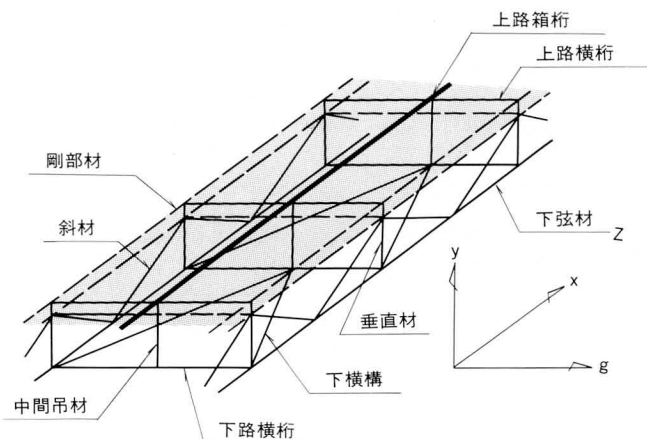


図-7 立体解析モデル

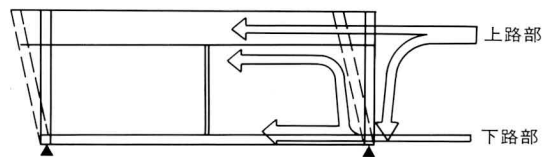


図-8 横荷重の载荷方法

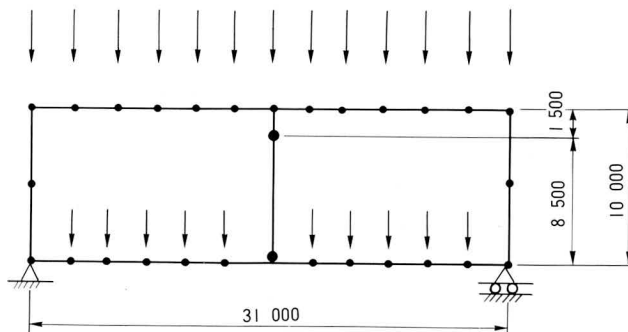


図-9 支点部床ラーメン解析モデル

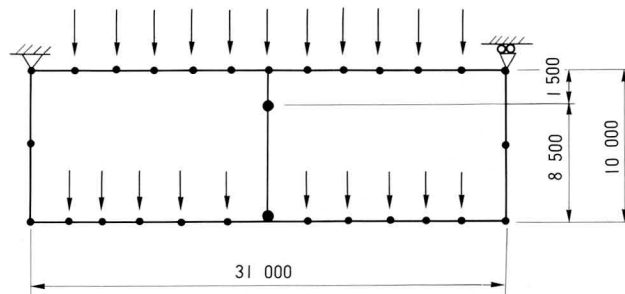


図-10 中間部床ラーメン解析モデル

下路鋼床版部は、5縦桁から構成される7径間連続桁の格子解析を行い、各支点の最大反力を下路死活荷重として載荷した。

(5) 格子解析

格子解析は、上路箱桁断面決定用格子骨組と下路鋼床版用格子骨組の2種について行なった。

上路箱桁断面は、主構作用と鋼床版縦桁作用の重ね合せにより決定される。このうち主構作用は平面解析によって算出されるため、鋼床版縦桁作用を算出するために格子解析を行なった。

この上路の格子解析は、上路荷重自体によるものと、

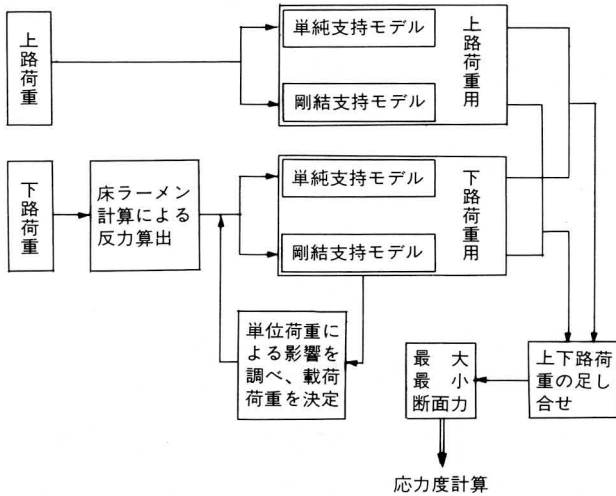


図-11 格子解析の足し合せ

垂直材及び中間吊材により伝達される下路荷重（軸力・曲げモーメント）によるものを解析し、これらを足し合せて鋼床版縦桁作用とした。(図-11)

(6) 架設解析

本工事の架設方法はP16～P17径間のP17側4.5パネルを大ブロックのフローティングクレーン架設とし、引き続きP14側へ向けて張り出して行くトラベラークレーンを用いた、ペント併用によるカンチレバー工法（単材架設）である。

このため、架設解析としては、主構平面解析と同一モデルで次の解析を行なった。

- ① 架設順序に合わせたステップごとの平面解析
- ② 大ブロック部(フローティングクレーン架設)の平面解析
- ③ その他部分解析

4. あとがき

上層部にトラス上弦材と床組構造が一体となった8セルの鋼床版箱桁を有する特殊トラス構造の設計概要を紹介した。本橋は、横浜港横断橋の本牧側アプローチ橋であり、現在は現場架設工事も順調に進行中である。

最後に、首都高速道路公団神奈川建設局をはじめ、工事事務所の方々、並びに共同企業体の関係者の方々に御指導、御協力を戴き、深く感謝致します。