(25) 伊予兼橋の柱頭部解析について

日本道路公団 内野 雅彦
日本道路公団 野島 昭二
(株)日本ピーエス 正会員 ○ 油野 博幸

１． はじめに

現在施工中の伊予兼橋は、山陽自動車道の一環として、尾道ＩＣに近接し、普通河川市原川と市道を跨ぐ橋長 240mのＰＣ３径間連続ラーメン箱桁橋である。

本橋の幅員は、インターチェンジに隣接している為、ほぼ全長にわたり変化している。特に上り線はそのオンランプの影響で約５ｍも変化し、これに応じて主桁断面をＰ1 柱頭部の左右で１室箱桁から２室箱桁へと分岐させている。

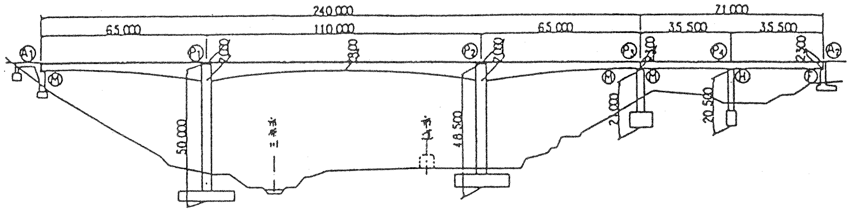
本報告は、この上り線の１室箱桁から２室箱桁に分岐するＰ1 柱頭部近傍の設計について概要を紹介するものである。

表－１　橋梁諸元

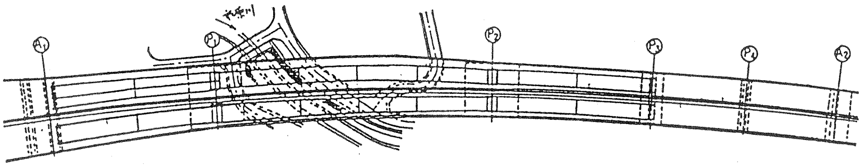
工事名	伊予兼橋（ＰＣ上部工工事）
道路規格	第１種３級Ａ規格
橋格	１等橋 （ＴＬ-20,ＴＴ-43）
構造形式	ＰＣ３径間連続ラーメン箱桁
橋長	240.0 m
支間	64.3 m + 110.0 m + 64.3 m
有効幅員	上り線 13.885 m ～ 9.00 m 下り線 12.500 m ～ 9.00 m
平面線形	Ｒ＝ 1200 m
縦断勾配	ｉ＝ 0.5237 %
横断勾配	ｉ＝ 3.0 %

２． 一般図

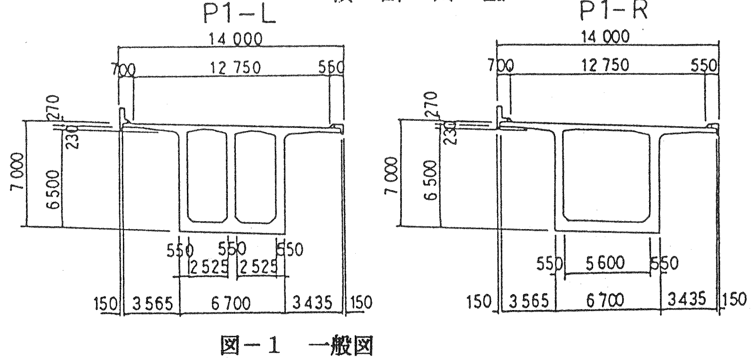
側面図



平面図



横断面図

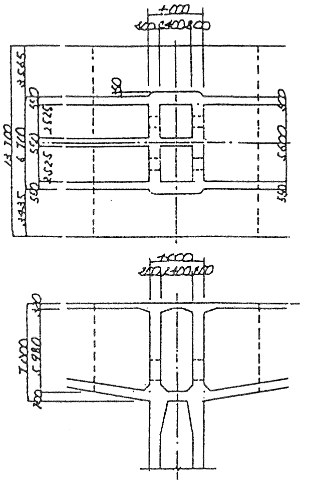
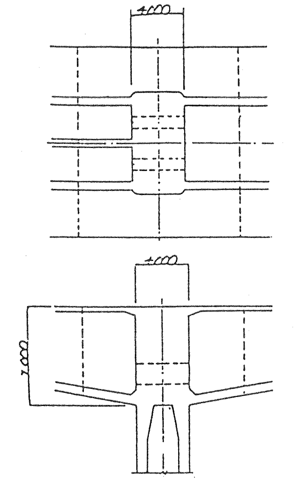
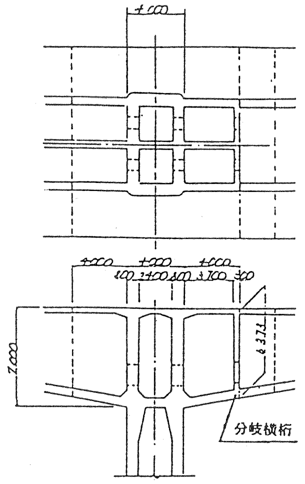


図－１　一般図

3. P1 柱頭部構造の比較検討

1室箱桁から2室箱桁に分岐するP1 柱頭部の構造は、①主桁から橋脚への応力伝達、②中ウェブPC鋼棒のプレストレス分布、③施工性、等を考慮し表－2に示す3案について比較検討を行った。

表－2　柱頭部構造の比較

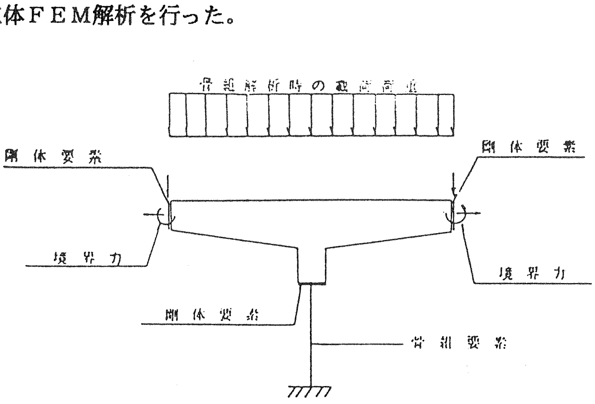
	（A案）２枚壁構造	（B案）１枚壁構造	（C案）柱頭部を越えて分岐
柱頭部構造			
問題点	1.中ウェブが途切れることにより生じるその近傍の応力集中。 2.中ウェブの柱頭部定着PC鋼棒によるプレストレス分布。	1.自重増加による下部工への負担（約１７５ｔ）	1.分岐横桁近傍の応力集中。 2.分岐横桁の剛性 3.施工性
評価	1.補強を行うことで応力集中に対処出来る。 2.下部工への負担増は無し。	1.主桁から橋脚への応力伝達は３案の中で最もよい。 2.荷重増により橋脚下端が許容値を満足しない。	1.中ウェブPC鋼棒によるプレストレスの分布はよい。 2.分岐横桁部の応力集中には、補強が必要。

その結果、下部工への負担が小さく、かつ剛性の高い横桁を分岐位置とするA案を採用した。そして、応力伝達機構の把握及び安全性の確認のため、立体FEM解析を行った。

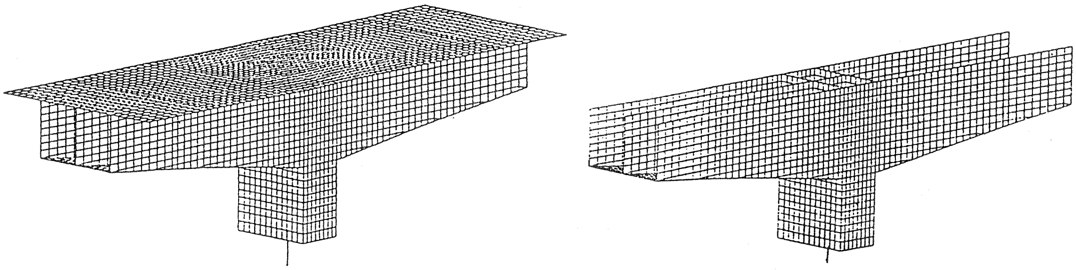
4. 立体FEM解析モデル

図－２及び図－３に示す部分モデルにて解析を行った。

要素は平面要素と脚の一部を骨組とし、平面骨組解析で求まった断面力を境界力とした。又、載荷荷重は、平面骨組解析で使用した自重・プレストレス・橋面荷重を用いた。



図－２　モデル図（１）



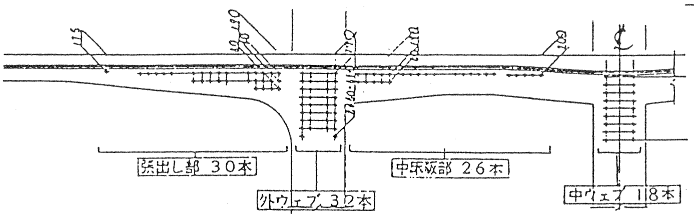
図－３　モデル図（３）

５．　立体ＦＥＭ解析結果

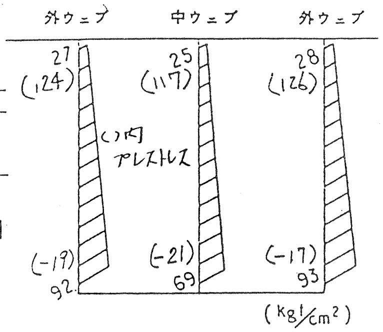
（１）ウェブ

Ｐ1 柱頭部でのＰＣ鋼棒の配置は、中ウェブの定着スペースが限られることから、外ウェブと中ウェブとで、図－４に示す様に不均等な配置にしたが、柱前面でのプレストレスは117～126 kgｆ/㎠で一様に分布し合成応力度も25～28 kgｆ/㎠で大きな差は生じなかった。（図－５）

また、平面骨組解析時の合成応力度18 kgｆ/㎠に対しては安全側の値となっており、ほぼ妥当な鋼棒配置である。



図－４　Ｐ１柱頭部鋼材配置図

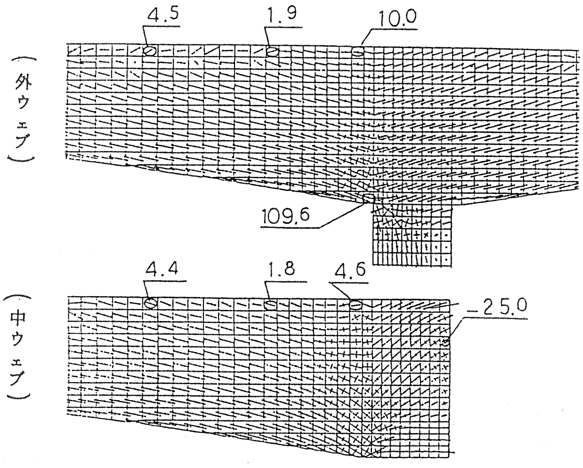


図－５　合成応力度

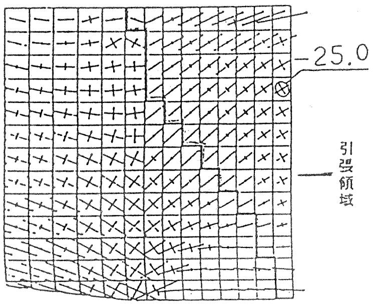
主応力の分布は、外ウェブ・中ウェブとも、桁高のｈ／２離れた位置ではほぼ均等な値を示す。しかし中ウェブが途切れる端部付近に応力の集中(最大-25.0 kgｆ/㎠)がみられた。（図－６・７）

この中ウェブの主引張応力度に対してせん断鋼棒を配置して補強を行った。

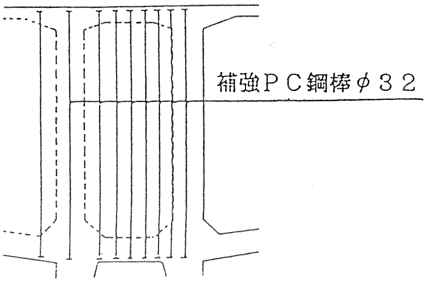
補強量としては、全作用力に占める死荷重の割合が85～90％であること、そして本解析が全死荷重時であることを考慮し、許容引張応力度 σ_{Ia}=-10 kgｆ/㎠に対し死荷重時で σ_{Ia}=-8.5 kgｆ/㎠以下となる様に決定した。（図－８）



図－６　ウェブ主応力図（kgｆ/㎠）



図－7　中ウェブ主応力図（kgｆ/㎠）

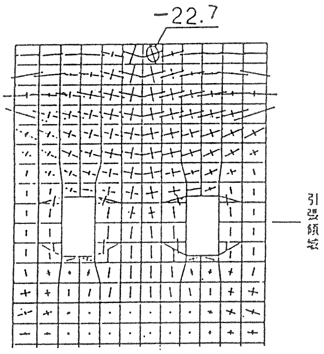


図－8　補強ＰＣ鋼棒配置図

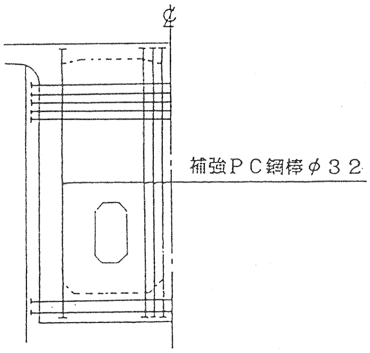
（2）横桁

側径間側横桁には、開口部下縁に若干の主引張応力度が生じているが、局所的なものであり、補強筋を配置すれば十分対処出来る。

中央径間側横桁には、中ウェブが途切れる影響により中ウェブに沿って最大 -22.7 kgｆ/㎠の主引張応力度（図－9）が生じており、中ウェブ同様、鉛直ＰＣ鋼棒を配置して補強を行った。（図－10）



図－9　中央径間側横桁主応力図（kgｆ/㎠）



図－10　補強ＰＣ鋼棒配置図

また、柱部（橋脚）には、中ウエブが途切れることによる影響は、底板の介在によりほとんど見られず平面骨組と比較した柱付根での鉛直応力度は、大きな差はなく特に問題は無かった。（表－３）

表－３

解析モデル	側径間側	中央径間側
立体ＦＥＭ解析	53 ～ 80 kgｆ/㎠ (平均 62 kgｆ/㎠)	-1.8 ～ -5.5 kgｆ/㎠ (平均 -3.2 kgｆ/㎠)
平面骨組解析	58 kgｆ/㎠	-6.2 kgｆ/㎠

６．　おわりに

伊予兼橋の柱頭部設計について概要を紹介した。本橋は、オンランプのために拡巾形状を有した橋梁であるが、立体ＦＥＭ解析を行うことにより、分岐部の応力の流れ・集中について明らかに出来、部分的な補強を行うことで、柱頭部の安全を確保出来た。今後、同様な橋梁計画に際し、本報告が少しでも参考になれば幸いである。