連続ラーメン橋における１枚壁構造柱頭部の設計

阪神高速道路公団　山本　昌孝
同　上　小林　寛
㈱日本ピーエス　大阪支店　正会員　寺口　秀明
同　上　○立小川　浩

１．はじめに

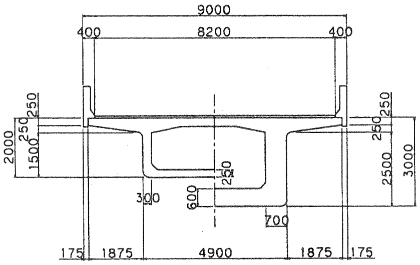
金仙寺第一橋（仮称）は、第二神明道路と中国自動車道を結ぶ阪神高速道路北神戸線の金仙寺湖上に建設している橋梁である。本工区には、連続構造である東行きと連続ラーメン構造である西行きの２橋が建設中であり、本文では西行きのラーメン橋柱頭部について報告を行う。

ラーメン橋の柱頭部は、主桁より作用するせん断力および軸力差により横方向引張力が生じ、この引張力に対して横方向プレストレスを与えて補強を行っている。ラーメン橋の柱頭部には１枚壁構造，２枚壁構造等があり、桁高が低い場合や橋脚厚さが薄い場合には１枚壁構造が採用されている。本橋の柱頭部には、１枚壁構造を採用しているが、図－１・図－２に示すように、桁高と横桁厚が同程度であり、壁構造のように作用断面力を上床版・ウェブ・底版に作用するせん断力と軸力に置き換える簡易的なディープビームや平面ＦＥＭ解析による手法は適用しがたいと思われる。

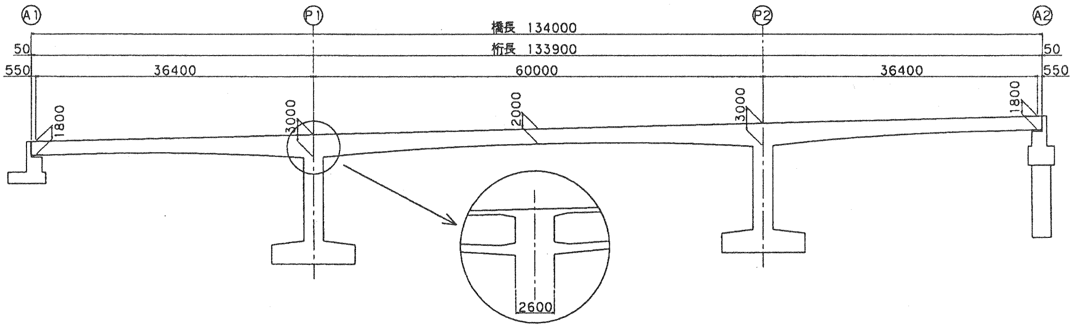
このため、３次元ＦＥＭ解析を実施し、他２案と比較検討した上で設計を行った。

２．橋梁概要

工 事 名：山口第１工区（その１）ＰＣ桁工事（西行き）
構造形式：３径間連続ＰＣラーメン箱桁橋
活 荷 重：Ｂ活荷重
橋　　長：134.000m
支　　間：36.400+60.000+36.400m
有効幅員：8.200m
架設工法：片持張出し架設工法



図－１　標準断面図



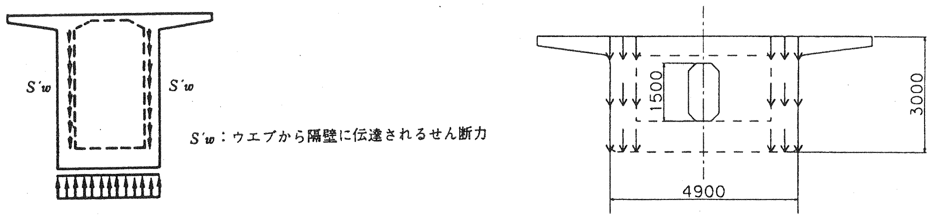
図－２　構造一般図

３．解析概要

主桁から作用するせん断力および軸力差により柱頭部に発生する横方向引張力を求める。解析方法は、簡易式を用いたディープビーム・２次元ＦＥＭ・３次元ＦＥＭで行う。

① ウェブに作用するせん断力による応力度（図－３）

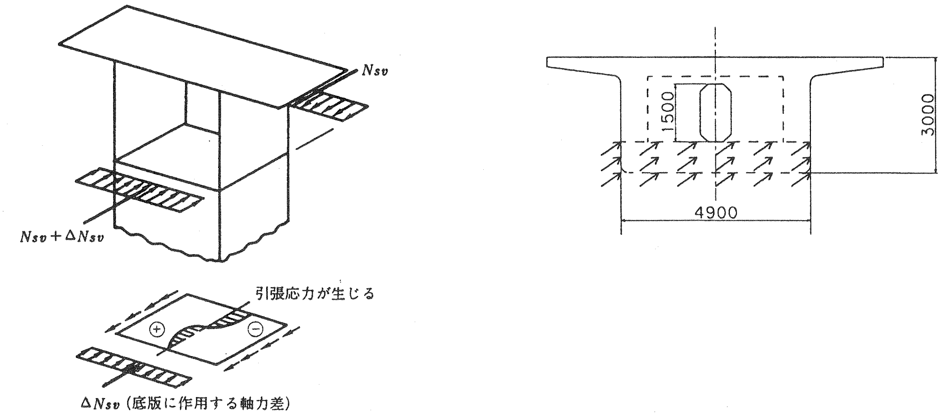
横桁付け根に作用する設計せん断力は、すべてウェブを介して作用すると考えて、橋脚両側からの作用せん断力の和が最大となるケースで設計を行う。荷重はウェブ面にせん断力を等分布荷重で載荷している。



図－３

② 下床版に作用する軸力差による応力度（図－４）

下床版に作用する軸力差は、下床版に等分布で作用すると考え、軸力の差が最大となるケースで設計を行う。荷重は片側の下床版面に軸力差を等分布荷重で載荷している。

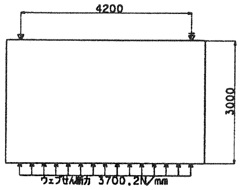


図－４

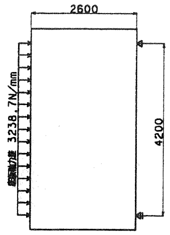
4．解析モデル

4－1．ディープビーム

ディープビームのモデルは橋軸方向には横桁厚（橋脚幅）、橋軸直角方向には底版幅としている。また、鉛直方向には桁高としている。図－5はウェブにせん断力が作用するモデル、図－6は下床版に軸力が作用するモデルを示す。



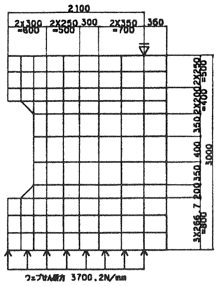
図－5



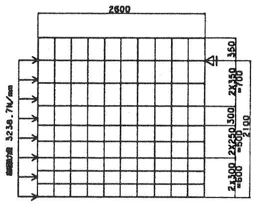
図－6

4－2．2次元ＦＥＭ

2次元ＦＥＭのモデルは橋軸方向には横桁厚（橋脚幅）、橋軸直角方向には底版幅の1／2モデルとし、橋軸直角方向の境界面には横方向への対象条件を設定している。図－7はウェブにせん断力が作用するモデル、図－8は下床版に軸力が作用するモデルを示す。



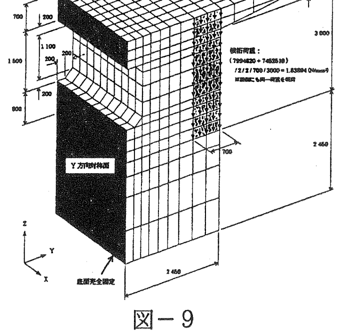
図－7



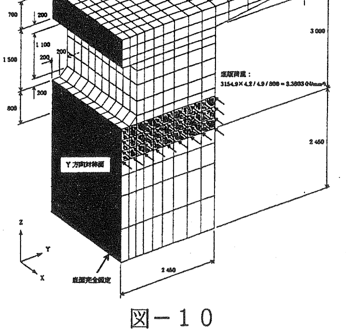
図－8

4－3．3次元ＦＥＭ

3次元ＦＥＭのモデルは橋軸方向には横桁厚（橋脚幅）、橋軸直角方向には底版幅の1／2モデルとし、橋軸直角方向の境界面には横方向への対称条件を設定している。また、鉛直方向には柱頭部付近の応力に影響のない程度まで橋脚をモデル化している。図－9はウェブにせん断力が作用するモデル、図－10は下床版に軸力が作用するモデルを示す。



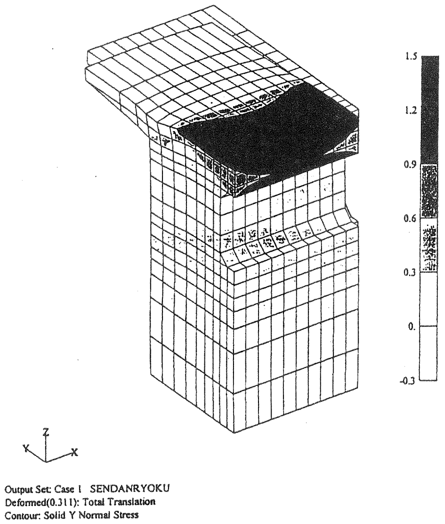
図－9



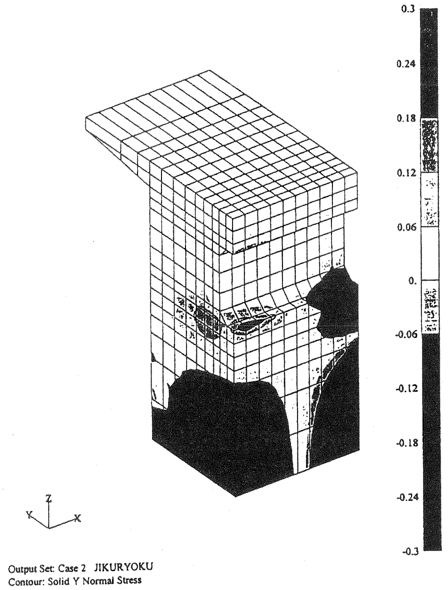
図－10

5．解析結果

3次元ＦＥＭ解析の結果を図－１１および図－１２に示す。この引張応力度の結果を柱頭部上側と下側の各断面について積分し、横方向引張力を求めた。表－１にそれぞれの解析方法から求めた柱頭部上側および下側に発生する横方向引張力を示す。



図－１１



図－１２

表－１

(kN)

	ディープビーム	2次元FEM解析	3次元FEM解析
柱頭部上側	4016(1.00)	3435(0.86)	1968(0.49)
柱頭部下側	3975(1.00)	3882(0.98)	78(0.02)

6．おわりに

ラーメン橋柱頭部における横方向引張力を３種類の方法で解析をおこなった結果､以下のことがわかった。柱頭部が本橋のような１枚壁構造の場合、実際の横方向引張力は立体的に広がるが、ディープビームや２次元ＦＥＭによる解析では立体的な広がりを考慮することができない。そのため、解析上過剰な引張力が発生すると考えられる。以上の結果より、本橋は３次元ＦＥＭ解析の結果を採用して設計を行った。次回はひずみゲージを取り付けて実構造物での計測を行い、解析結果の妥当性を検討していきたい。

参考文献

１）（社）日本道路協会：コンクリート道路橋設計便覧，1994.2
２）（社）プレストレスト・コンクリート建設業協会：ＰＣ多径間連続ラーメン橋に関する研究報告書，1988.5