

(41) 連続ラーメン中空床版橋(林高架橋)の地震時の上部工有効幅の検討

日本道路公団四国支社 構造技術課

和田 信良

日本道路公団四国支社

坂東 誉浩

(株)日本ピーエス・清水建設(株)JV 正会員

○寺口 秀明

同 上

正会員

山下 朋広

1. はじめに

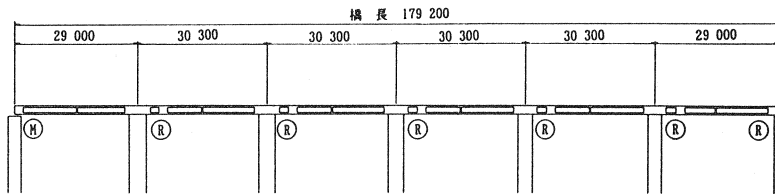
本橋は、P R C 6 径間連続ラーメン中空床版橋である。支間部では、上・下線分離構造であるが、中間支点及び端支点は、横桁により、上・下線一体構造となっている。

本橋の特徴としては、図-1に示すように橋脚と上部工の剛結部において非常に大きい張り出し構造を有し、橋脚幅に比べ、上部工幅が大きいことである。

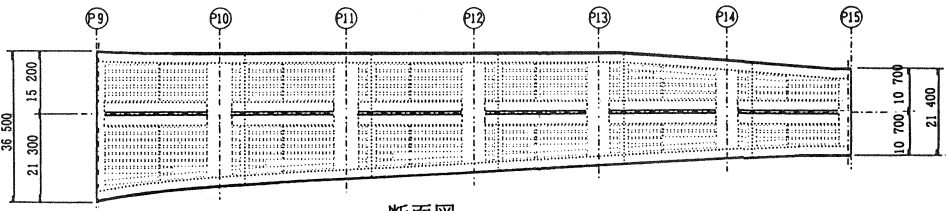
橋軸方向地震時において、上部工の曲げ耐力を計算する場合、張り出しが大きく、上部工全幅を有効とはできないと思われる。

そこで、結合部を3次元ソリッドモデルにて立体的に再現し、F E M解析を行い、上部工有効幅の検討を行った。本論文はその結果について報告するものである。

側面図



平面図



断面図

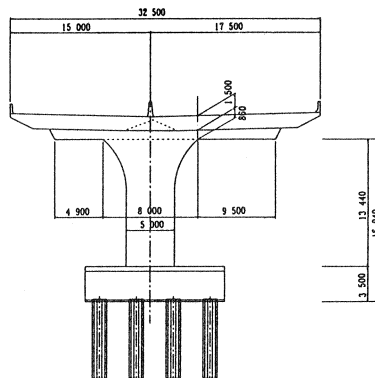


図-1 構造一般図

2. 解析概要

解析は、フレームモデルで、断面力を算出し、これをFEMモデルに載荷させた。

立体要素を用いたFEM解析はMSC/NASTRAN(有限要素法による汎用構造解析プログラム)により行った。

以下に、その概要を説明する。

2-1. 解析モデル

構造解析モデルを図-2に示す。FEMモデルは、上部工幅の最も広いP10橋脚部分を取り出したモデルを考えた。

フレームモデルは、P10橋脚で広い方の幅員幅で仮定した。また、全長を通じ上部工幅が一定と仮定した。

境界条件は、橋脚下端を固定とし、上部工境界面には、フレーム解析にて算出した断面力を載荷させた。

各要素は、線形材料とした。

2-2. 荷重

タイプII以上の地震のときには、水平力が卓越すると考え、荷重は地震力のみとした。

上部工境界面には、地震力をフレーム解析にて算出した曲げ、軸力、せん断力を載荷させた。

各要素は、線形モデルなので水平力の大きさは、有効幅には、影響を与えないので地震力は水平震度を $K_h=0.2$ とした。

2-3. 解析結果

以上の条件により解析を実施した。なお、本検討の着目成分は図-2に示すX方向成分の応力度 σ_x である。主版上面の σ_x 分布を図-3に示す。

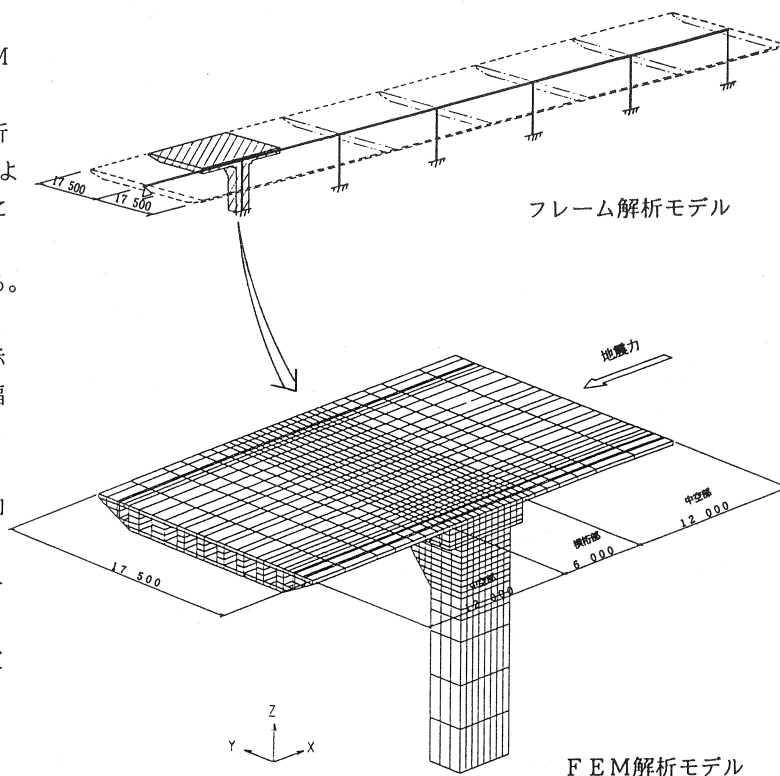


図-2 構造解析モデル

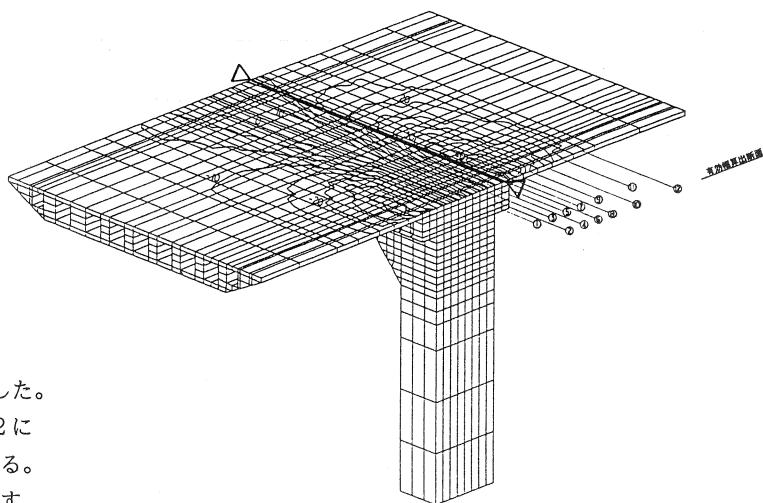


図-3 主版上面の σ_x 分布

3. 有効幅の算出

有効幅は、FEM解析結果より主版上面において引張応力が発生している断面について算出する。算定には、「道示」の圧縮フランジ有効幅の考え方を、圧縮を引張に置き換えることにより行った。各断面での有効幅Bは、要素応力度 σx に、要素幅Yを乗じた値の総和を最大応力度 σmax で除して求める。

$$B = \Sigma \sigma x \cdot Y / \sigma max \quad \text{-----式 (1)}$$

考え方は、図-4の通りとなる。

図-5は、6断面の応力度分布より、有効幅を求めたものである。

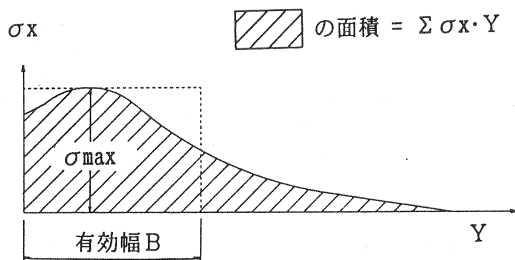


図-4 有効幅の考え方

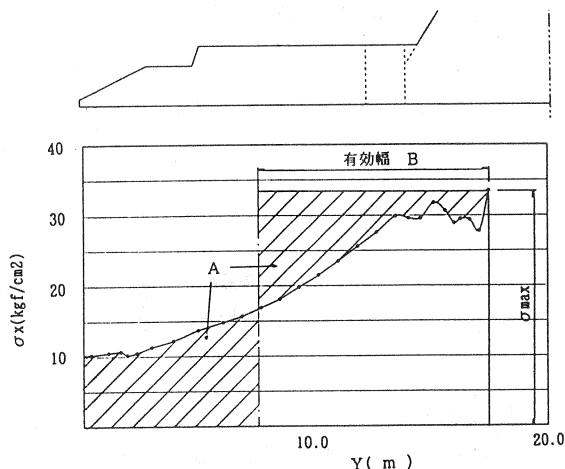


図-5 6断面の応力度分布

表-1は、各断面の有効幅をまとめたものである。有効幅は、引張応力の生じている側の主版上面では、横桁主版境界部(6断面)で最小幅となった。

次に表-1を図にしたものを図-6に示す。

図-6では、6断面で最小となった有効幅が、支間中央に向かってほぼ45°方向へ広がっていく結果となった。

「道示」では、フーチングの有効幅は、許容応力度法による設計の場合は、橋脚幅+有効高×2となっている。そして、地震時保有耐力法による耐震設計では、部材の非線形域におけるモーメントの再分配等を考慮し、フーチング全幅としている。しかし、この場合は、モーメントの再分配が確実に行われるよう、引張主鉄筋量を約合鉄筋量の1/2以下としており、非線形を生じさせない上部工には、適用できないと思われる。

また、「橋梁の耐震設計と耐震補強」[1]では、ピルツ式の橋梁の有効幅を、橋脚幅+桁高×2としている。この値を図-6に併記した。

表-1 各断面の有効幅

断面	$\Sigma \sigma \cdot Y$ (kg/cm)	σmax (kg/cm ²)	B (cm)
1	8498.5	6.1	1393.2
2	14590.1	12.3	1186.2
3	21584.7	19.1	1130.1
4	28205.4	25.3	1114.8
5	32626.3	28.7	1136.8
6	36103.7	33.5	1077.7
7	41061.5	35.9	1143.8
8	39725.6	33.2	1196.6
9	36998.1	29.8	1241.5
10	33531.2	25.1	1335.9
11	29441.4	20.1	1464.7
12	24479.4	15.2	1610.5

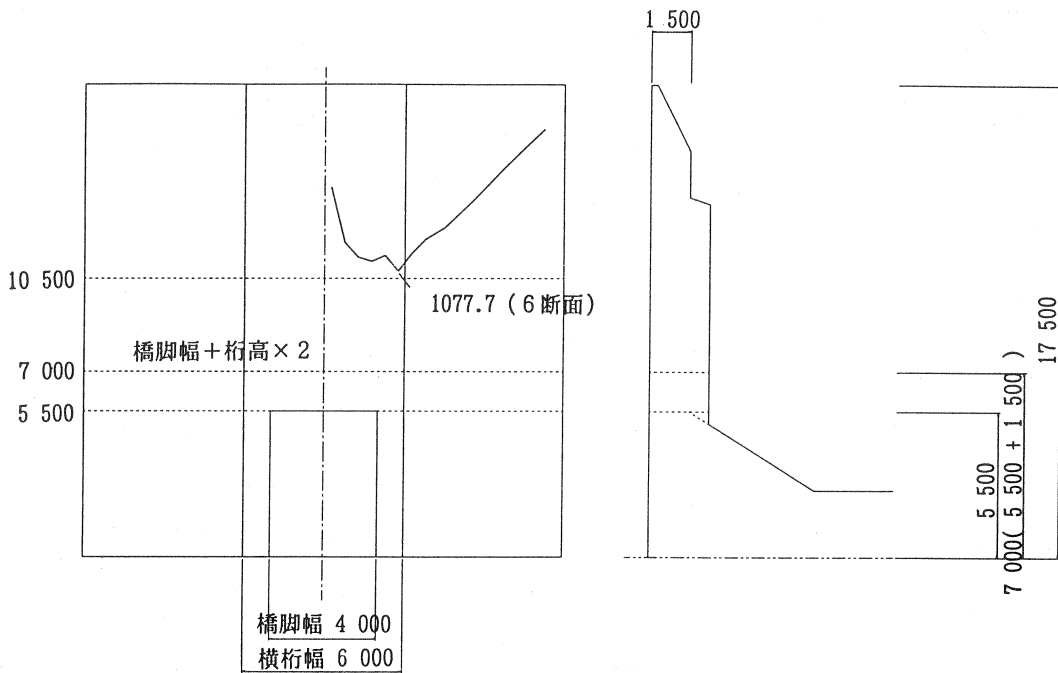


図-6 主版上面での有効幅

4. おわりに

本橋のような、ビルツ形式の橋梁においては、上部工全幅を有効とはできない結果を得た。曲げに対しては、今回得られた有効幅を使用し、耐震設計を行った。

近年の耐震設計では、下部工に塑性ヒンジを生じさせ、上部工は初降伏曲げモーメント以下にとどめ非線形化を生じさせない考え方である。

本橋は、兵庫県南部地震で倒壊したビルツ形式と同様の形式のため、特にこの耐震設計の考え方を反映させた。

参考文献

- 1) M. J. N. Priestly, F. Seible, G. M. Calvi 著 川島一彦監訳：橋梁の耐震設計と耐震補強, 技報堂出版, 1998, 4
- 2) 社) 道路協会 道路橋示方書・同解説 I, III, IV, V, 平成8年12月