

I - B107 鋼単純I桁橋桁端部の耐震補強構造に関する一解析

首都高速道路公団 正会員 市川 衡，森 健太郎，山本 泰幹
横河ブリッジ 正会員 谷中 聡久，濱田 仁

1. はじめに

兵庫県南部地震では，ニーブレース型端対傾構（以下，ニーブレース型という）を有する鋼単純I桁橋において，支承の他に端対傾構および主桁端部が橋軸直角方向の地震力によると考えられる被害を受けた．特に，ニーブレース下端の添接部，主桁の支点上補剛材下端部に損傷が多数発生した．一方，一般には逆V型端対傾構（以下，逆V型という）が採用される事例が多い．逆V型は，ニーブレース型に比べて端対傾構の全体剛性が低いため支点上補剛材下端部の被害は小さいと予想されるが，斜材が座屈すると主桁の横倒れなどの損傷の可能性が危惧された．

本報告は，都市内高速道路の標準的な構造形式であるT型橋脚上の鋼単純I桁橋を対象に，上部構造の桁端部に着目してFEM解析を実施し，損傷事例の検証を行うとともに，補強の必要性および補強方法を提案する上での，基礎的な検討結果の概要をまとめたものである．

2. 解析方法

図-1に示した解析モデルは，端対傾構をニーブレース型および逆V型の2種類とし，上部構造の各構成部材にシェル要素または梁要素を用いてモデル化した．また，床版補強（充腹端横桁および縦桁の増設，中間対傾構の充腹化）が施されている場合，桁端部の応力低減効果があると考え，床版補強部材を付加している．なお，図中に示すとおり支点上を補強した場合の解析も実施した．

解析に用いた外力は，図-2に示すT型橋脚を含む橋梁全体モデルの時刻歴応答解析を実施して求めた．地震動は，兵庫県南部地震で観測された「JR 鷹取」^{1), 2)}を入力し，端対傾構部材力が最大応答を示す時刻に着目して，橋梁全体モデルの上部構造各節点の3方向の加速度を抽出した．抽出した橋軸直角方向の最大加速度は，P20橋脚上で1,600galであった．得られた加速度にそれぞれの節点質量を乗じ，FEM解析モデルの対応する床版節点に外力として作用させた．

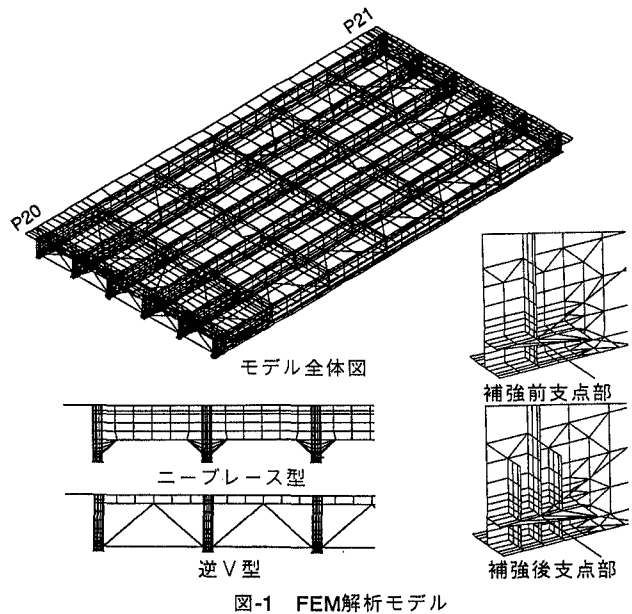


図-1 FEM解析モデル

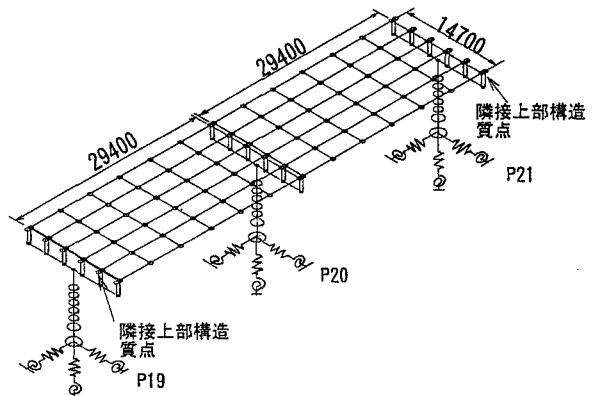


図-2 時刻歴応答解析モデル

キーワード：耐震補強，桁端部，端対傾構，座屈

連絡先（〒221 神奈川県横浜市神奈川区東神奈川1-3-4・TEL045-461-2021・FAX045-441-1013）

3. 解析結果

(1) 補強前：図-3に示すように、変形状は、ニーブレス型の端対傾構より下側、すなわち支点上補剛材とウェブからなる十字断面の柱部分（以下、十字柱という）に変形が集中しているのに対し、逆V型の十字柱部は変形量が小さく、主桁ウェブ全体がS字形に変形している。主桁上フランジ位置に着目すると、ウェブの橋軸直角方向変位量は逆V型が大きく、ニーブレス型はその60%程度であった。端対傾構部材の断面寸法にもよるが、充腹構造のニーブレス型はトラス構造の逆V型に比べ、端対傾構の全体剛性が高いと考えられる。

支点上補剛材の応力は、十字柱部の上下部分が高い。応力度（Von-Mises）は、ニーブレス型が大きく最大 $5,800\text{kgf/cm}^2$ 程度、逆V型はその60%で最大 $3,500\text{kgf/cm}^2$ 程度であった。ニーブレス型の応力が高いのは、端対傾構の全体剛性が高い上、十字柱部の高さが逆V型より高いためと考えられる。

逆V型の斜材軸圧縮力は、最大 38.0tonf 程度で、許容軸圧縮力（ 11.0tonf ）³⁾を大きく超過した。

(2) 補強後：十字柱部の応力低減を目的に、支承前後端部に補強リブ（支点上補剛材と同断面であり、桁高の1/3程度とした）を添加した場合の解析を行った。変形状は、補強前に比べ補強リブを添加した十字柱部の変形量が減少し、十字柱部より上側の変形状に有意差はない。

十字柱部の応力は、各タイプとも補強リブによる効果が認められた。解析の結果、十字柱下部では逆V型で35～45%（最大 $2,000\text{kgf/cm}^2$ 程度）、ニーブレス型で55～75%（最大 $4,000\text{kgf/cm}^2$ 程度）に低減したが、十字柱上部では応力低減効果が低かったと考えられる。

4. まとめ

解析結果は、外力の設定、桁端部のモデル化など様々な仮定を含むが、桁端部の変形・応力性状の概要が得られたと考えられる。以下に結果をまとめる。

(1) ニーブレス型の場合、支点上補剛材下端部の十字柱部が構造上の弱点であると考えられる。支承前後端部に補強リブを添加する補強法は、十字柱下部には有効であるが、十字柱上部は補強リブと端対傾構の取合いが十分ではないと考えられる。

(2) 逆V型は、ニーブレス型に対して全体剛性が低く、特に斜材の耐荷力不足の可能性が考えられる。

今後は、補強リブの詳細取合い構造および添接部補強方法、また、逆V型端対傾構については斜材の耐荷力およびガセットプレートを含む端対傾構全体の耐荷力について、さらに検討を進めたい。

（参考文献）1) NAKAMURA, Yutaka : "Waveform and its Analysis of the 1995 Hyogo-Ken-Nanbu Earthquake", JR Earthquake Information No.23c, Feb. 1995, Railway Research Institute. 2) 波形は JR 警報地震計（鷹取，FD 番号 T073）による。 3) （社）日本道路協会：道路橋示方書・同解説，II 鋼橋編，平成6年2月

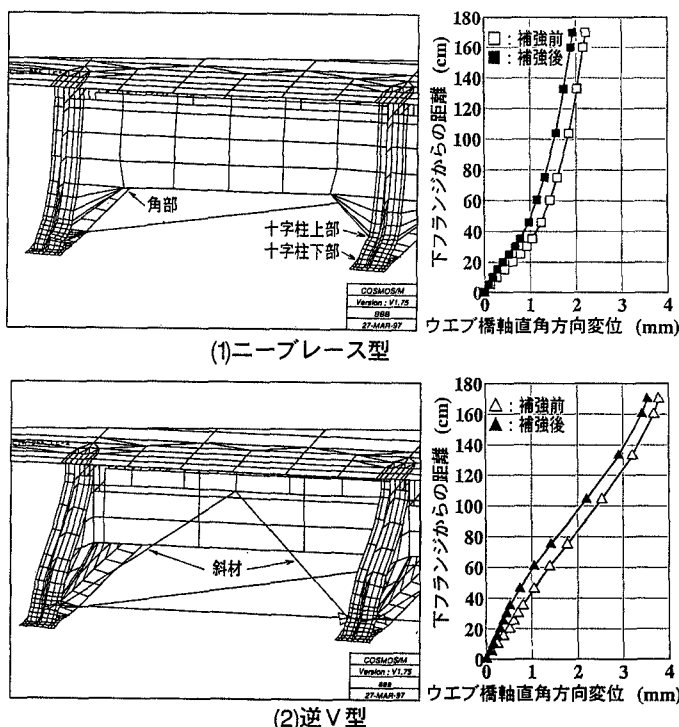


図-3 変形模式図およびウェブ橋軸直角方向変位分布