

6. エネルギー吸収性能の向上対策

エネルギー吸収性能を向上させる耐震補強対策としては、実績の多い粘性型ダンパー（ビンガムダンパー）や、履歴型ダンパー（座屈拘束ブレース）などのエネルギー吸収装置と固定壁への荷重分散によるものとした。

エネルギー吸収部材は、大きな相対変位が生じる箇所を設置することで効果的にエネルギー吸収を行うことができる。橋軸方向の地震時には(図-3)に示すように桁端（橋台）部で大きな相対変異が生じるため、ここにダンパーを設置するものとした。この部分には温度変化による桁の伸縮の影響があるため、これに追従可能な粘性ダンパーを配置した。

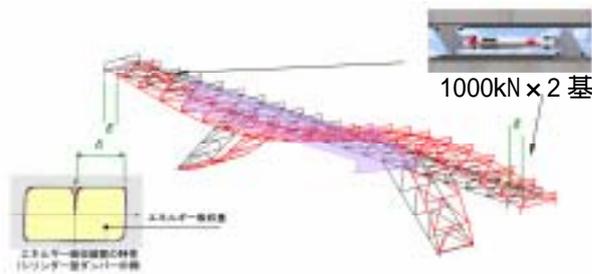


図-3 橋軸方向地震時の状態

直角方向地震時(図-4)では、ラーメン橋脚部斜材が直角方向に傾く形で変形する。この橋脚斜材にエネルギー吸収部材を配置すれば効果があがることになる。ただし、大きな地震力に対して以外は形状を保持しなければならないため、履歴型ダンパーである座屈拘束ブレースを配置した。また、ラーメン橋脚部材の負担を減らすため橋台部に耐震固定壁を設けた。

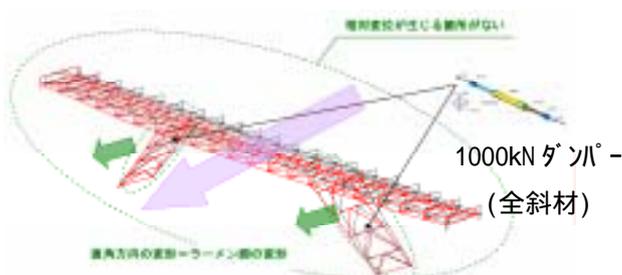


図-4 直角方向地震時の状態

7. 対策後の照査結果

橋軸方向に対しては、桁端（橋台）部に必要なサイズの粘性型ダンパーを設置し、変位量も制御しながら簡単に耐震性能を確保できた。

直角方向に対しては、ラーメン脚の斜材に設けた座屈拘束ブレースだけの 경우에는、部材断面力は低下するが、ラーメン脚の変形が増大し、ダンパーの軸方向応答変位が 32.4mm と許容変位 25.5mm より大きくなってしまった。この際、ダンパーは他の主構造部材がその耐力を超えない耐力のものとしている。

これに、図-5 のように耐震固定壁を付加して、橋台への荷重の分散を図れば、座屈拘束ダンパーの軸方向応答変位は 27.7mm と 85% と 15 ポイント低減した。

また、この場合、橋台部では、回転変形（ロッキング）により桁端部の左右に橋軸方向の開閉変位が生じる。ここには、橋軸方向に配置したダンパーがあり、この開閉変位の効果を考慮すると、座屈拘束ダンパーの軸方向応答変位は 24.3mm と許容値内に収まり、座屈拘束ブレースのみの対策に比べ 75% と 25 ポイント低減できた。

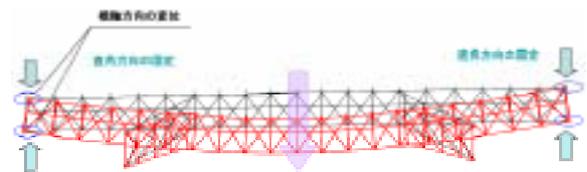


図-5 直角方向固定時の状態

尚、これらの対策の他に、ダンパーを設置した橋台の負担が増えたためグラウンドアンカーで補強した。また、直角方向にダンパー固定したケースも検討したが橋台耐震固定壁のほうが効果的であったことを報告しておく。

8. おわりに

このように、橋軸直角方向に対する座屈拘束ブレースの耐震有効性は検証できたが、これのみでは要求される耐震性能は満足できず、耐震固定壁と水平面内ロッキングを利用した橋軸方向ダンパーとの併用効果により橋梁全体としてのレベル 2 までの耐震性能を満足できた。今後も、各種対策の併用や、効果的な配置を見出す等、検討を重ねていきたいと思う。

参考文献

- 1) 宇佐美勉 (社)日本鋼構造協会：鋼橋の耐震・制震設計ガイドライン
- 2) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 耐震設計編，平成14年3月