

免震橋梁「山あげ大橋」でゴム支承のせん断変形を解放

Bearing Adjustment Work for YAMAAGE Bridge

松井 邦夫
Kunio MATSUI

川田建設㈱東京支店工事部部長

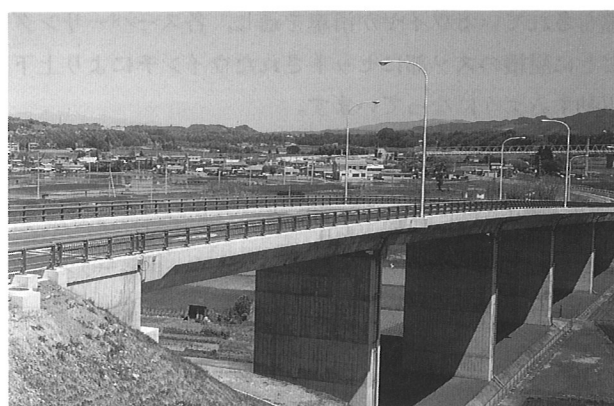
塚本 俊一
Shun-ichi TSUKAMOTO

川田建設㈱東京支店工事部工事課工事長

新井 達夫
Tatsuo ARAI

川田建設㈱工事本部開発部技術開発課

山あげ大橋は、わが国で初めて高減衰ゴム支承が用いられた免震構造のPC箱桁橋です。免震支承にはこの他に、鉛プラグ入り積層ゴム支承や、積層ゴム支承と鋼棒ダンパーを組み合わせたものなどがありますが、高減衰ゴム支承はそのゴム自身が橋の振動周期を長周期化し応答速度を低減するアイソレータ機能と、応答変位を小さくするダンパー機能をもつ支承として注目をあびています。しかしながら、本橋の架設後においてコンクリートのクリープや乾燥収縮および弾性変形などの影響により、支承にせん断変形が生じるとともに、下部工にまで水平力が及ぶものと予測されました。そのためコンクリートのクリープと乾燥収縮が収束すると考えられる2年後をメドに、支承に生じるせん断変形を解放する工事が設計



「山あげ大橋」の全景(栃木県那須郡烏山町)

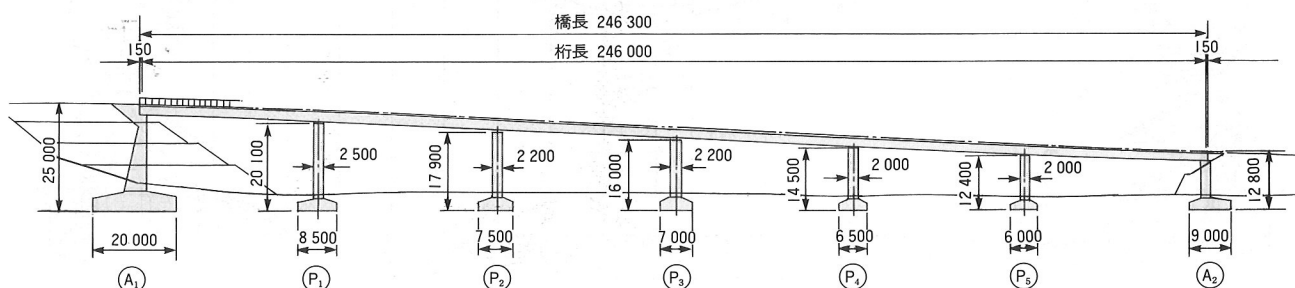
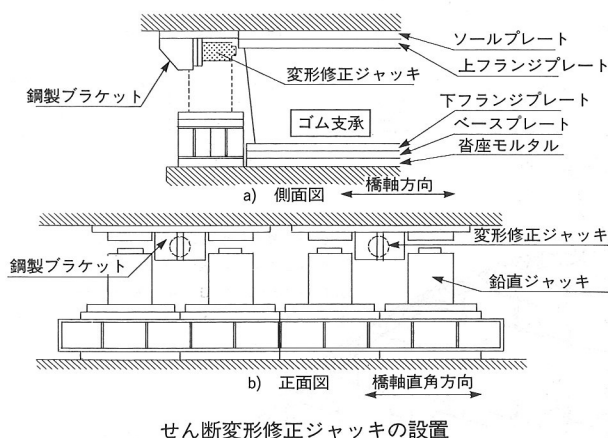
段階から計画されていました。本稿では、このゴム支承の修正工事についてその概要を紹介します。

工事概要

(1) 概要

計測調査の結果、ゴム支承は橋の中心 (P_3) に向かって最大70 mm程度 (A_2) のせん断変形を生じていました。そのため、 P_3 を除いた2橋台、4橋脚の支承に生じていたせん断変形を各橋台・橋脚ごとに解放し、次のような手順で修正することとしました。

- ① 支承上縁のセットボルト取り外し
- ② 橋脚天場に設置した油圧ジャッキによる主桁の^こ上^{じょう}



山あげ大橋の一般図

③ 自立した支承の残留せん断変形の強制的な押し戻し

④ 支承上縁のセットボルト取付け

強制的な押し戻しに伴って生じる水平反力に対しては、構造物を傷めない施工性の良い方法として、鋼製ブラケットを主桁下面に押し付け、摩擦力で受け持たせる方法を採用しました。

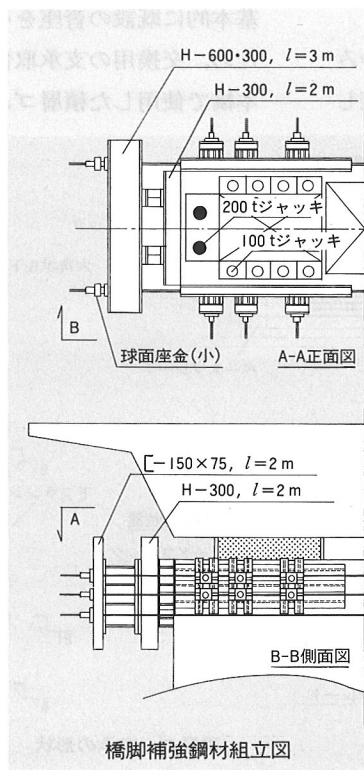
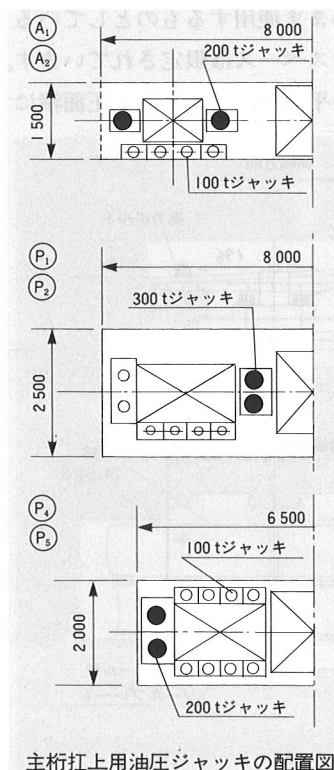
また、支承上縁の上フランジプレートと、アンカーによって桁に固定されたソールプレートにはそれぞれ2系統のボルト孔があげられていて、修正後はセットボルトを盛り替える構造になっています。

(2) ジャッキの配置

使用ジャッキの容量、台数、設置位置は橋脚ごとに死荷重反力・下部工応力度・施工性を考慮して決定しました。しかしながら、橋脚には移動制限装置とゴム支承が設置されており、ジャッキを設置するスペースに制約がありました。このため、仮支持点位置と下部工コンクリート側面との縁端距離により鉛直反力の分担量を決定したうえで、下部工の斜めせん断破壊を防ぐ配慮が必要となりました。使用ジャッキ台数は、1橋脚あたり12～20台としましたが、荷重分担の同じ2～3グループごとに分け、1グループにつき1台の電動油圧ポンプを使用して荷重の管理を行いました。また、1台のポンプに対して、分岐具を用いることにより最大16台のジャッキを接続しました。

(3) 主桁扛上時応力の検討

主桁扛上時の上・下部工の安全性の照査を行うにあたり、修正時に車両通行止めを行わない、施工上の不測の事態に備えるなどの理由から、設計死荷重の割増しは、



設計値と実測値の比較

鉛直荷重	A ₁	P ₁	P ₂	P ₄	P ₅	A ₂
設計値	529	1 219	1 088	969	1 029	449
実測値	572	1 220	1 108	1 036	1 152	520

(tf)

ゴム支承 せん断変形量	A ₁	P ₁	P ₂	P ₄	P ₅	A ₂
設計値	55	35	20	20	45	75
実測値	65	45	22	19	44	70

(mm)

30%増としました。

上部工については、桁を10mm扛上した場合の主桁応力度や載荷面の支圧応力度について検討を行いました。問題となる点は認められませんでした。

下部工はコンクリート強度が低く ($\sigma_{ck}=210 \text{ kgf/cm}^2$)、鉄筋のかぶり厚も大きいことから、縁端距離の小さい仮支持点の集中荷重に対して、橋脚コンクリートが斜めにせん断破壊しないよう充分配慮する必要性がありました。このため、2次元有限要素解析プログラムを使用してせん断応力の検討を行った結果、P₄・P₅の2橋脚について許容せん断応力度を超えてしまうことが判明したため、何らかの対策を講じることが必要となりました。

(4) 橋脚の補強

許容値を超えてしまった2橋脚については、

- ① PC鋼材で橋脚を締め付けて補強し応力を改善する。
 - ② 新たにベントを組み、鉛直反力をベントで受ける。
- という二つの対処方法が挙げられましたが、経済性・施工性に優れる①案を採用することとしました。これは、脚上部にH形鋼を取り付け、PC鋼棒 (PCネジコン、 $\phi 32, P=50 \text{ tf}$) で締め付ける方法で、軸方向のPC鋼棒は

橋脚にボーリング孔をあけて対処しました。この時、下部工鉄筋を傷つけることのないように、あらかじめ電磁波による鉄筋位置探査を行いました。結果的に、橋脚の補強により下部工に損傷を与えることなく安全に工事を完了することができました。

(5) 実測値と設計値の比較

鉛直荷重、ならびにゴム支承のせん断変形量について、設計値と実測値を比較しましたが(上表)設計値との大きな誤差は認められず、設計計算の妥当性が確かめられました。

おわりに

山あげ大橋の修正工事は、平成7年3月に無事竣工しました。工事を行うにあたって、ご指導、ご助言いただいた栃木県をはじめとする関係各位の方々に深く感謝の意を表します。最後に、本稿が今後増加と思われる支承の補修工事等に多少なりとも参考となれば幸いです。