

発泡ビーズの混合率が鋼管・コンクリート複合構造橋脚に与える影響

日本道路公団 中部支社亀山工事事務所 福島 邦夫
 日本道路公団 中部支社亀山工事事務所 田中 新
 (株) 荒谷建設コンサルタント 正会員 藤田 秀夫
 (株) 荒谷建設コンサルタント 正会員 西原 史和

1. はじめに

道路橋示方書Ⅴ耐震設計編¹⁾では、地震時保有水平耐力法により耐震設計を行う場合には、地震時土圧の影響を考慮しなくてもよいとされている。これは、構造物が正負交番の非線形振動をするようになると、構造物はその周囲の土塊と一体になって振動しにくくなり、これらの作用が構造物に対して常に荷重側としてだけでなく、抵抗側としても働くことが考えられるためである。

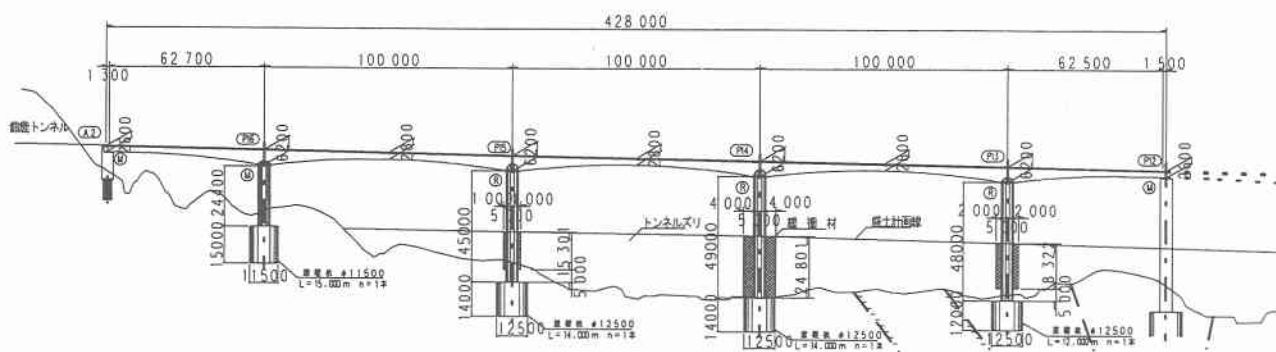
しかし、本橋のように基礎および橋脚を施工後に橋脚柱周辺に盛土地盤を構築し、その盛土範囲が橋脚柱高さの 1/2 程度と大きい場合は、地震時に盛土地盤が橋脚に及ぼす影響を無視できないと考えられる。また、南荘ら²⁾は土被りの影響を考慮した橋脚の非線形動的解析により、盛土地盤を非線形バネとして考慮した場合と地盤バネを無視した場合と比較して、せん断力が 30% 程度増加することを明らかにしている。

そこで、本検討では、盛土地盤の影響を極力低減する方法として、橋脚柱の周辺に緩衝材として発泡ビーズ混合土を配置し、橋脚の変形に対する拘束効果を緩和する工法を提案するとともに、経済的な発泡ビーズの混合率および改良範囲について検討を行った。

2. 橋梁概要

錐ヶ瀧橋（下り線）西橋梁は、第二名神高速道路のうち、三重県亀山市に計画された橋長 428m、有効幅員 16.50m の 5 径間連続 PC 箱桁ラーメン橋である。起点側は 7 径間連続の橋梁に隣接し、P12 橋脚は掛け違い橋脚となっている。下部構造としては、脚高の高い P13～P15 橋脚は鋼管・コンクリート複合構造とし、P16 橋脚は鉄筋コンクリート構造とした。なお、脚高の低い P16 橋脚を剛結とすると P16 に断面力が集中するため、P16 橋脚は反力分散支承としている。基礎形式はいずれも深礎杭である。

図－1 に示すように鈴鹿トンネルに近接した橋梁であり、トンネルズリによる盛土を計画している。



図－1 対象橋梁の側面図。

3. 解析条件

当初設計では、緩衝材の設置範囲としては鉛直方向には全盛土高さ、水平方向には橋軸・直角方向ともに柱の周辺 4.0m の範囲としていた。これは、鉛直方向については柱の中間部での塑性ヒンジの発生を抑える

ため、水平方向については緩衝材およびトンネルズリに着目した 2 次元 FEM 解析により N 値=7 相当の変形係数となる緩衝材の範囲を逆算したものであった。しかし、橋脚施工後に想定していた混合土の材料となる沈砂地の土砂の滞留量がかかり不足することが判明したため、全コストに占める割合の大きい緩衝材の量を減少することによるコスト縮減対策を行うこととなった。

(1) 緩衝材の設置範囲

鉛直方向の緩衝材の設置範囲については、事前の検討により下方 5m の区間は緩衝材を使用する、しないに関わらず、盛土天端位置での橋脚の変形量がほぼ一定となる結果を得ており、各橋脚について下方 5m の範囲の緩衝材を撤去することが可能かどうかの検討を行った。

水平方向の設置範囲については、当初設計の 4m から 1m ピッチで緩衝材の幅を減少させて検討を行った。

検討は、橋脚は非線形はり部材とし盛土地盤を図-2に示すような非線形弾性モデルを用いた橋梁全体系での非線形動的解析により行った。

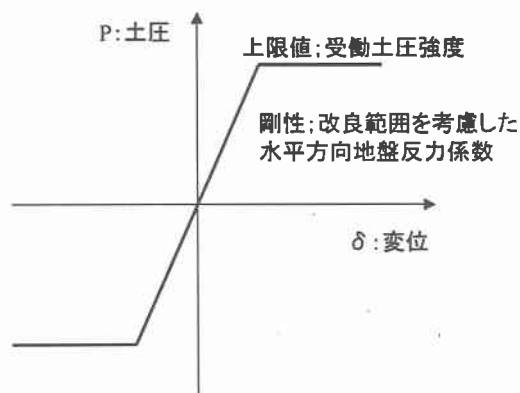


図-2 盛土地盤のモデル化

解析の結果、当初設計でせん断耐力の照査で厳しい状態であった P14 橋脚の橋軸方向については鉛直方向、水平方向ともに緩衝材の低減は行えないが、鉛直方向では P15、P13 橋脚について下方 5.0m、橋軸水平方向では P15 橋脚で 1.0m、P13 橋脚で 2.0m、直角水平方向では全橋脚で 1.0m まで低減可能となった。

(2) 発泡ビーズの混合率

緩衝材の設計 N 値として 5 程度を想定しているため、設計値と同程度の N 値となる発泡ビーズの混合率の検討を行った。その結果、図-3に示すように混合率を発泡ビーズ 40%、表土 60% としたケースで N 値 5 相当となるため、この混合率を採用した。

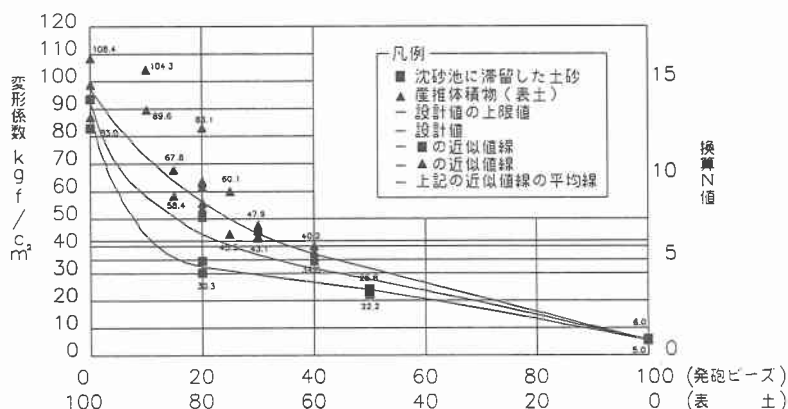


図-3 改良土と配合率の関係

4. まとめ

以下に本検討で得られた結果を示す。

- 1) コスト縮減対策として緩衝材の量を減少することにより、緩衝材の使用量を当初設計に比較して約 40% に低減できた。
- 2) 緩衝材として発泡ビーズ混合土を提案したが、適切な混合率を設定することによって、設計で想定した N 値および変形係数を得られることがわかった。
- 3) 今後は、発泡ビーズの施工法についてさらに検討を行う必要がある。

【参考文献】

- 1) 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, (社) 日本道路協会, 平成 8 年 12 月
- 2) 南荘, 尾儀, 岩田: 土被りの影響を考慮した橋脚の非線形動的解析, 第 3 回地震時保有水平耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.23-26, 1999 年 12 月