

鉄道線路直上の高架橋柱耐震補強工法について

東海旅客鉄道株式会社 正会員 佐藤 浩二

東海旅客鉄道株式会社 正会員 平井 崇士

ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社 正会員 今枝 潤志

1. はじめに

兵庫県南部地震以降、各地で構造物の地震対策が進められ、高架橋柱では、脆性的なせん断破壊防止を目的に、一般的には鋼板巻き補強を実施している。しかし、店舗等の高架下利用や鉄道近接などの制約条件箇所においては、従来の鋼板・繊維巻き補強が施工困難となる場合が多いため、合理的な代替補強工法の開発を行ってきた。今回、高架橋直下に在来線線路（盛土）が走行し、列車の安全上、擁壁を撤去して補強することが困難な箇所において、従来の補強工法に代わり、「増柱補強工法」の耐震性能に関する検討を行い、加えて土中部の地盤拘束効果を考慮し掘削を最小限に留める検討を実施した。

2. 設計条件

本検討では、標準的な3径間RCラーメン高架橋を対象とした。設計条件は以下の通りである。

- ・ 軌道線形：直線
- ・ 基礎種別：直接基礎
- ・ 地盤種別：G2地盤（盛土層 $N=10 \cdot \sigma = 1.8 \text{KN/m}^2 \cdot \sigma = 32^\circ$ ）
- ・ 耐震性能：L1地震動では耐震性能、L2地震動では耐震性能

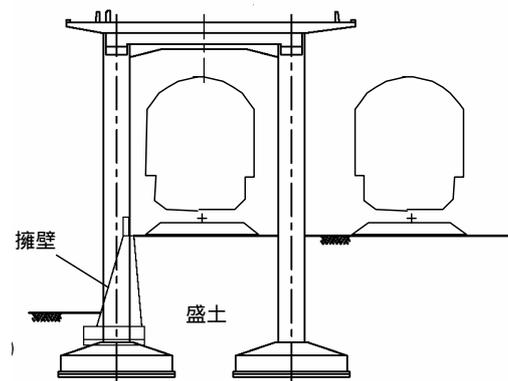


図1 対象高架橋（線路直角方向）

3. 地盤拘束効果の検討

線間部の柱は、土中部を補強しない場合における地盤拘束効果を確認するため、現地盤から得られた水平バネを考慮した場合の耐震性能を照査した。

解析は非線形スペクトル法を用い、設計地震動をL2地震動(スペクトル)とした場合、慣性力の載荷方向は下表のとおりとし、耐震性能照査は、「破壊形態」、「損傷レベル」(耐震性能を満足する損傷レベル3を制限値とする)について行った。

Case	補強方法	慣性力載荷方向
1	土中部を無補強（拘束効果なし）	線路1方向、線路直角2方向
2	土中部を無補強（水平バネ考慮）	線路1方向、線路直角2方向

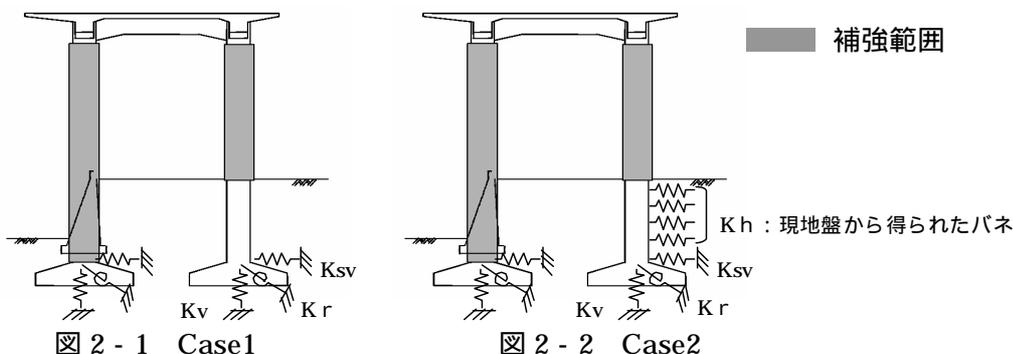


図2-1 Case1

図2-2 Case2

キーワード： 耐震性能、地盤拘束効果、増柱補強工法

連絡先：〒532-0011 大阪市淀川区西中島5丁目5番15号 新大阪セントラルタワー7F JR東海関西支社工務部施設課 tel.06-6302-5124

4. 増柱補強工法の検討

(1) 制約条件

擁壁部の柱は、線路への影響を最小限にする工法として、擁壁の撤去・盛土の掘削を行わない、柱側面のみで補強する工法とし、その際、大がかりな削孔など高架橋柱の既存の主筋・帯筋を傷つける恐れのある可能性のあるものは、適用しないこととした。

(2) 補強工法

既設柱側面のみで補強するため、鋼管柱を建てかけ、柱上下基部を鋼板及びコンクリートで拘束する構造で、増柱の鋼管断面は、鋼管のウェブのみをせん断に有効な範囲として計算し、断面高さを決定した。また、鋼管と柱中間部は、アンカーとジベル筋で一体化させる構造としている。なお、使用するアンカーはコア削孔を伴わない、カットアンカーとした。

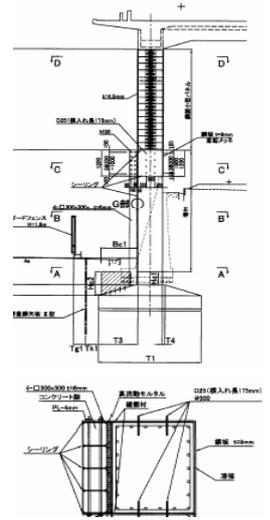


図3 増し柱工法概略図

5. 検討結果と考察

(1) 地盤拘束効果

Case 1 の結果より、GL - 3 m の範囲でせん断破壊モードとなることがわかった。一方、Case 2 では、深さが深くなるにつれて、せん断力が徐々に小さくなる傾向が見られたが、無補強部材のせん断耐力が不足しているため、GL - 2 m 以上についてはせん断破壊モードとなった。地盤の拘束効果によって当該高架橋では、フーチングより 2 m の掘削で補強をできる可能性が出てきたため、GL - 2 m 以上を補強した Case 2 - 1 について検討を行った。その結果、耐震性能を満足することを確認した。

Case	破壊形態	せん断破壊モードとなる地中の範囲
1	せん断先行	GL - 3 m (GL4.0m)
2	せん断先行	GL - 2 m (GL4.0m)
2-1	曲げ先行	-

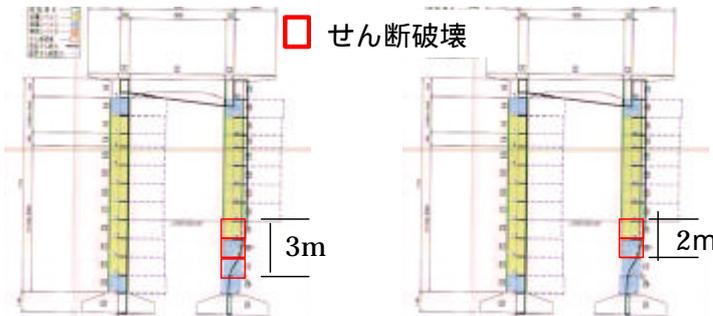


図4 Case1せん断箇所図

図5 Case2せん断箇所

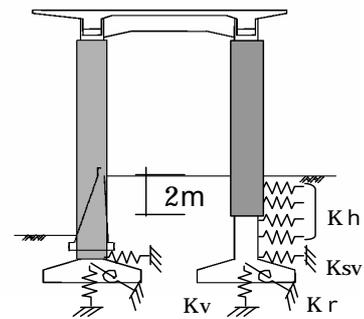


図6 Case2-1

(2) 増柱補強

検討の結果、当該高架橋では 300×300mm の角形鋼管 3 本を一体化させることで、不足するせん断耐力を補えることがわかった。また、補強により柱上部で降伏震度に達するが、損傷レベル 3 以下であり、要求する耐震性能を満足する結果であった。

6. まとめ

- ・ 地盤の拘束効果により、せん断力は深くなるにつれて徐々に小さくなるが、既設柱のせん断補強鉄筋が少ない範囲については、せん断破壊先行となり耐力を補強する必要がある。
- ・ 土中部では変位量が抑制されるため、損傷レベルが小さくなる。これにより、当該高架橋では、柱下端 2 m の補強省略ができるものとする。
- ・ 鉄道線路の掘削を省略し既存柱の不足するせん断耐力を補える工法とし、増柱工法の有効性が確認できた。