

土留壁と一体化した高架橋柱の耐震補強

東日本旅客鉄道株式会社 千葉支社 設備部 正会員 ○植村 昌一
 東日本旅客鉄道株式会社 構造技術センター フェロー 築嶋 大輔
 ジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社 正会員 幸田 和明

1. はじめに

大規模地震時の安全・安定輸送の確保は、鉄道事業における重要な課題であり、その取り組みの一つとして、鉄筋コンクリートラーメン高架橋柱の耐震補強工事が積極的に進められている。柱全周が露出した環境下では、柱の周囲を鋼板で巻き立てる鋼板巻き補強工法が耐震性能、施工性・コストの面で優れているため多く採用されている。一方で、柱周囲の利用条件や柱の付帯物等の制約がある場合には、露出している一面のみで柱の耐震補強が可能な一面補強工法¹⁾が多く採用されている。本稿では、土留壁と柱が一体化されているため、鋼板巻き立て工法が適用できず、さらに、既設の配筋が密で一面耐震補強工法の施工が困難な高架橋(図-1)に対して、新しい工法を提案することにより、問題解決を図ったので、その内容を報告する。

2. 補強対象と施工条件

補強対象は、図-1に示すとおり、高架橋は地盤高より5m低い半地下構造のため、高架橋の柱間に土留壁が構築されている。土留壁の鉄筋はそれぞれ地中梁と柱に定着され、高架橋自体で土圧を支持する構造となっている。

施工条件としては、柱が線路に近接しているため、列車運行への影響を少なくするため、工事を短時間で終了させる必要があること、および、線路中心から柱までの離れは、建築限界(1900mm)に対する余裕が少ないため、補強後の軌道の保守管理に問題が生じないように補強厚を極力少なくすることが求められた。

3. 従来工法の適用にあたっての問題点

鋼板巻き補強工法と一面補強工法について、当該柱への適用性と問題点を以下に述べる。

(1) 鋼板巻き補強工法

補強本体の工事は短期間であり、また、補強厚は40mmと小さく、問題ないが、付帯工事として、土留壁の改築工事や大規模な掘削工事が必要となり、工期・コストともに問題となり当該現場で採用することは難しい。

(2) 一面補強工法(図-3)

鋼板巻き補強工法のような付帯工事は必要としないが、補強厚が80mmと大きい。また、当該柱の主鉄筋がダブルで密に配筋されているため、補強鉄筋の削孔ができず、施工することができない。

4. 新たに提案した三面巻き耐震補強工法の基本構造

柱の露出した3面を囲った鋼板をアンカー鉄筋により土留め壁に定着する三面巻き補強(図-4)で、鋼板巻き補強で問題となる付帯工事を不要とし、鋼板巻き補強と同等の補強厚で施工可となる。

キーワード 土留壁, 高架橋, 鋼板巻き補強工法, 一面補強工法, 三面巻き補強工法, 定着体
 連絡先 〒260-8551 千葉県千葉市中央区弁天2丁目23番3号 TEL 043-284-6768

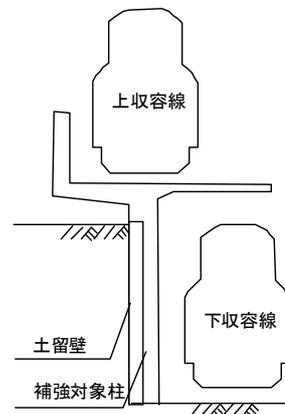


図-1 土留壁と一体化した高架橋柱

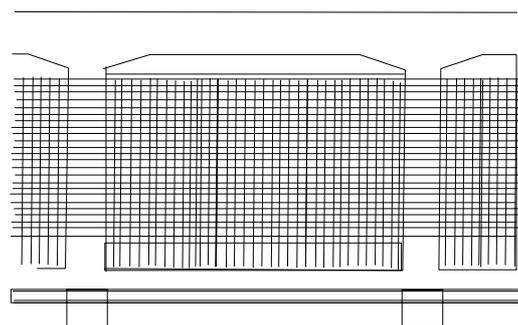


図-2 補強対象柱

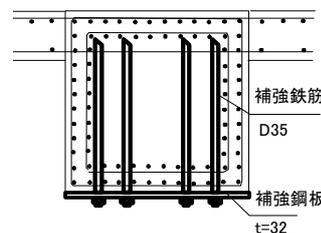


図-3 一面補強工法

5. 施工概要

- (1) 土留壁を削孔し、先端に定着体(プレートナット)を取付けたアンカー鉄筋を壁に定着させる。
- (2) 柱の露出している三面と壁の定着部に補強鋼板を設置する。なお、補強鋼板の孔は、実際の削孔位置にあわせて事前に工場加工を行う。
- (3) 補強鋼板は、先端をネジ切りしたアンカー鉄筋にダブルナットにより締め付け土留壁に固定する。
- (4) 鋼板と柱の30mm程度の隙間には、モルタルを注入し、鋼板と柱を一体化させる。

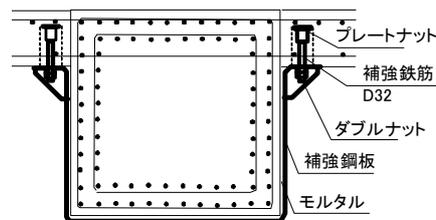


図-4 三面巻き補強工法

6. 補強設計

(1) 補強方針

当該柱の降伏震度が十分に大きいことから、補強後の柱の耐力比が1.0以上となるようにして、せん断破壊先行型から曲げ破壊先行型に移行させる。

(2) 土留め壁面外方向に対する補強設計

柱の側面の両側に配置した鋼板によりせん断耐力の向上を図る。また、アンカー鉄筋は鋼板の全強が伝わるように補強量(配置間隔、鉄筋径)を決定する。



図-5 アンカーの引抜き耐力

(3) 土留め壁面内方向の補強設計

地震時には、土留壁が耐震壁として機能すると考えるが、柱単独の性能として、柱前面の補強鋼板と柱を貫通する壁の水平方向の鉄筋をせん断補強部材として評価して、目標とする耐力比以上となることを確認した。

(4) 定着体の設計

地震時においても、壁と鋼板が分離することがないように、定着体は補強鉄筋の降伏耐力以上の引き抜き耐力を有することが必要である。しかしながら、当該現場では、土留壁の厚さが300mmであり、必要定着長である補強鉄筋径(D32)の12倍以上(384mm)を確保することができない。この問題に対しては、図-5に示すように、アンカーの引き抜きの破壊面が柱内部に入る場合、大幅に耐力が増すと考え、現地引き抜き試験により引き抜き耐力がアンカー鉄筋の降伏強度以上となることを確認した上で、アンカー鉄筋の柱からの離れと埋め込み長の仕様を定めた。

6. 施工結果とまとめ

本工事の施工状況を図-6に示す。本工法の現地で必要とされる施工日数は、鋼板巻き補強の場合より2日間多くなる程度であり、施工性は極めて良好であった。また、補強コストも従来工法を適用した場合に比べ、大幅に削減することができた。アンカーの引き抜き試験結果に基づく定着体の設置位置の検討に期間を要したが、今後の施工実績の蓄積により、この問題は解消できると考えている。今回は、土留壁と一体化した高架橋柱に対する耐震補強工事の検討であるが、この成果は、地下駅などの耐震補強工事の際にも応用することが可能であり、今後の耐震補強工事の推進に大きく寄与するものと考えている。



図-6 三面巻き補強の施工状況

参考文献

- 1) 小林薫, 石橋忠良: RC 柱の一面から施工する耐震補強工法の鋼板の補強効果に関する実験的研究, 土木学会論文集 No. 683/V-52, PP. 75~89, 2001. 8