

組立て式補強鋼材と吹付けモルタルによる高架橋柱の耐震補強工法の開発と施工について

東京急行電鉄株式会社 正会員 ○宮蔭 和人, 小里 好臣
 東急建設株式会社 正会員 前原 聡, 伊藤 正憲
 青木 大, 三輪 昌義

1. はじめに

1995 年に発生した阪神・淡路大震災で鉄道施設が大きな被害を受けたことから, 同年, 国土交通省(旧運輸省)から高架橋やトンネルなどの耐震性を高める緊急耐震補強工事の通達が出された。当社は, この通達基準に加え, 「災害時の復旧困難性」等も考慮して耐震性を検証し, 順次補強工事を行っている。

昨今の社会情勢を鑑み, 経費等の合理化が求められる趨勢にある中, 事業費削減に向けた取り組みを行っている。その中で都市部の高架橋における耐震補強工事の課題として挙げられている狭隘部での施工に対応するため, 工期短縮や工事費用の低減などを目的とした工法の開発を試みた。

本稿は, 施工スペースの確保が困難な狭隘部の施工に対応するために開発した耐震補強工法の CB フープ工法について, 工法概要, 施工方法および実高架橋柱にて実施した試験施工について報告するものである。

2. 工法概要

CB フープ工法は, 図 - 1 に示すように, 高架橋柱を対象とした耐震補強工法であり, 組立て式補強鋼材と吹付けモルタルで構成された工法である。本工法の特徴は, 補強帯鉄筋を 4 分割した点にある。それぞれの材料は軽量化を図り, 重機を必要とせず人力で組み立てられるとともに, 分割することで狭隘部での施工を可能とする。分割帯鉄筋は, 固定アングル鋼材およびくさび状の丸鋼(連結ピン)により躯体隅角部で緊結され, 帯鉄筋として機能することになる。

3. 施工方法

図 - 2 に本工法の施工フローを示す。本工法は, 組立治具→分割帯鉄筋→固定アングル→連結ピン→結束金具の順に補強鋼材を組立てた後, 吹付けモルタルを施工する。写真 - 1 に組立が完了した状況を示すが, 高さ 6m, 幅 900mm 程度の高架橋柱の施工時間としては約 1.5 時間で鉄筋を組み立てることができた。写真 - 2 に狭隘部での施工前後の状況を示す。既設躯体と配管の間が 150mm 程度の狭隘部においても, 通常箇所と同等の効率で, 施工が可能であることを確認している。

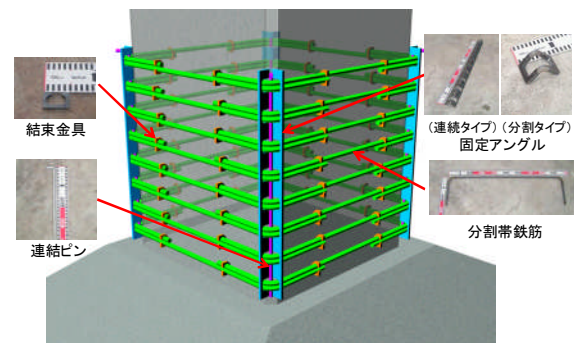


図 - 1 CB フープ工法

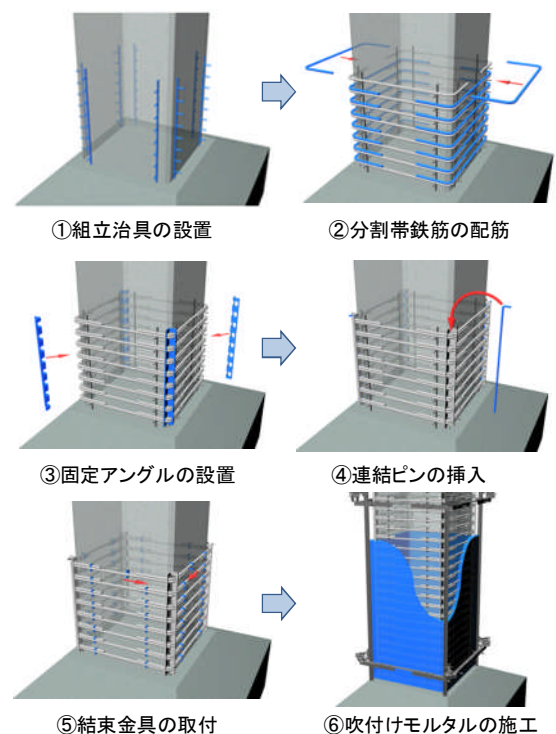


図 - 2 施工フロー図

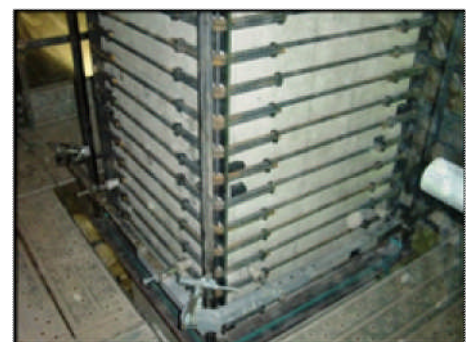


写真 - 1 組立完了後の状況

キーワード 耐震補強, 高架橋柱, 分割帯鉄筋, 吹付けモルタル, CB フープ工法

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区 1-16-14 東急建設株式会社 土木総本部 土木技術部 TEL 03-5466-5280

4. 試験施工

耐震補強の実工事で課題となるのがひび割れの抑制である。特に、都市部における鉄道高架橋の耐震補強工事は、列車振動下で既存高架橋柱に吹付け施工し、有害なひび割れが発生しないことが要求される。そこで、写真 - 3、写真 - 4 に示すように実高架橋柱（ $\square 800 \times 1,500 \text{mm} \times 2$ 本）を対象として試験施工を行った。

吹付けで施工する高強度繊維補強モルタルの配合は、水結合材比 $W/B=38\%$ 、砂結合材比 $S/B=2.28$ 、単位水量 $W=240 \text{kg/m}^3$ である。表 - 1 にモルタルの基本物性値、表 - 2 に各種ひび割れ対策条件を示す。ひび割れ対策の効果を確認するため、吹付け施工完了後 2 カ月でひび割れ観察を行った。

図 - 3 に各条件（面）におけるひび割れ面積率を示す。モルタル表面の乾燥が影響して発生したと考えられる微細なひび割れが観察されたものの、列車振動による有害なひび割れの発生は確認されなかった。各種ひび割れ対策のなかで最もひび割れが抑制できた条件は、No.1 - A 面であり、次いで No.1 - C 面であった。施工性・経済性を考慮した場合、No.1 - C 面の条件（補強繊維添加率 0.1vol%，収縮低減剤塗布 1 回）がひび割れ対策として最も効果的であると考えられる。

5. 工期・工費

従来工法である鋼板巻立工法や RC 巻立工法等と比較して、重機や型枠を使用しないこと、補強帯鉄筋の分割化によって施工性が向上したこと等により、工期と工費に対して有効であることが確認できた。さらに、高架橋の下部に建物や設備等が設置されている場所においても、耐震補強工事による撤去復旧範囲の縮小が期待でき、付帯工事を含めた耐震補強事業全体に対する進捗率向上や事業費圧縮にも効果があると考えられる。

6. まとめ

CB フープ工法は、施工スペースの確保が困難な狭隘部の施工に対応するために開発した耐震補強工法である。本稿に加え、別報にて報告するせん断耐力および変形性能を確認した実大規模の載荷実験結果など、多岐にわたる検討を踏まえ、都市部における鉄道高架橋柱の耐震補強工法に適用している。

平成 23 年 3 月に発生した東北地方太平洋沖地震により市民生活を支える重要な社会基盤である土木構造物が甚大な被害を受けた。しかし、今後も安全、安心をキーワードとした開発に取り組むこと、より信頼性が高く、文化の発展に資する事業を積極的に展開していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等維持管理標準・同解説 [構造物編]（コンクリート構造物），丸善，2007



写真 - 2 狭隘部施工前後の状況



写真 - 3 吹付けモルタル施工状況



写真 - 4 吹付けモルタル施工完了状況

表 - 1 モルタルの基本物性値

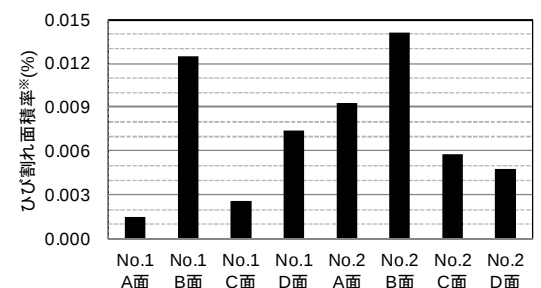
試験方法	項目	物性値
JIS A 1171	曲げ強さ	11.7N/mm ²
	圧縮強さ	72.0N/mm ²
	接着強さ	2.7N/mm ²
	長さ変化率	0.067%
	中性化深さ	0mm

表 - 2 ひび割れ対策条件

項目	No.1 A面	No.1 B面	No.1 C面	No.1 D面	No.2 A面	No.2 B面	No.2 C面	No.2 D面
繊維添加率 (vol%)	0.05	0.05	0.1	0.1	0.05	0.05	0.05	0.05
収縮低減剤塗布* (回数)	1	-	1	-	1	-	2	1
メッシュの有無**	有	有	-	-	-	-	-	-

*: 5日間シート養生後、低級70系収縮低減剤（150g/m²）を塗布

**：2軸ビコンメッシュを仕上げ層にコテで埋込み



※ひび割れ面積(幅×長さ)を各対象面の面積で除した百分率

図 - 3 各面におけるひび割れ面積率