

CFRP 製段差防止構造の開発

首都高速道路株式会社 正会員 ○春原 菜々子
 首都高速道路株式会社 正会員 久保田 成是
 日本エンジニアリング株式会社 正会員 政門 哲夫
 日本エンジニアリング株式会社 久保 真由

1. はじめに

大規模地震発生後であっても道路啓開として緊急車両の通行を妨げる事が無いよう、段差防止構造の設置が重要視されている。

一方、段差防止構造は支承近傍の狭隘な空間に設置することが多く、現場の施工や設置後の維持管理等に課題がみられる。そこで、段差防止構造の早急な整備が求められる中、短期間で効率的に設置を進めていくために、工期短縮と施工費の削減が期待できる CFRP 製の段差防止構造を開発した。

2. 開発概要

現在、段差防止構造は一般的に鋼製ブラケットを採用している。溶接により組み立てるブラケットは現場条件の調査や設計・製作に時間を要し、重量が大きいため部材搬入や設置作業に労力（工費）と時間（工期）がかかることから対応に時間を要している。そこで、耐荷性能を満足した上で、人力運搬が可能であり、施工が容易、且つ製作期間が短い新たな段差防止構造の開発を行った。

軽量かつコンパクトで強度を保てる構造にするた



写真-1 CFRP製段差防止構造

め、材質は CFRP（炭素繊維強化プラスチック）を採用した。開発した段差防止構造は CFRP を円筒型に積層した円筒部材と、橋脚に固定する GFRP 製（ガラス繊維強化プラスチック）の固定部材から構成される（写真-1）。なお、いずれの材質も桁端部の腐食環境に対して損傷の生じにくいものを選定している。

耐荷力は、特に優先的に段差防止構造の設置が求められる路線の支承反力を基に設定し、2000kNとした。また、部材高さは、検討対象路線の支承高さを基に設定し、400mmとした。

耐荷力 2000kN 仕様において 6 主桁（鈑桁は 3 個／桁、箱桁は 1 個／桁）の施工条件で従来工法と CFRP 製段差防止構造の比較を行った（表-1）。CFRP 製段差防止構造は仮設足場が不要であり現場での施工期間も短いため、足場設置に関わる関係機関協議や高力ボルトの手配に時間を要する従来工法に比べて工期が約 6.5 か月短縮される。また、CFRP 製段差防止構造は重量が軽く人力での運搬が可能であることから、裏面吸音板内や機械足場での施工も可能である。費用は従来工法を 1.00 とすると鈑桁で 0.94、箱桁で 0.34 となる。鈑桁では同等のコストとなるが、施工性や工期の面で十分メリットがあるといえる。特に、RC 橋脚へ設置する場合、従来工法では既設鉄筋を避けたアンカー位置の決定に時間を要するため、本工法のメリットは更に大きいものとなる。

表-1 従来工法との比較

	接合方法	製品重量	施工期間	施工条件による可否			費用比較
				仮設足場	裏面吸音板	機械足場	
従来工法	高力ボルト	200kg	全期間 8.5ヶ月 工事期間 3.5ヶ月	○	×	×	1.00
CFRP 接着工法	接着剤	10kg	全期間 2.0ヶ月 工事期間 2日間	○	○	○	1桁(3個/桁)の場合
							0.94
							箱桁(1個/桁)の場合
							0.34

キーワード 耐震、段差防止構造

連絡先 〒102-0093 東京都千代田区平河町2-6-13 首都高速道路株式会社 東京西局 TEL03-3264-8526

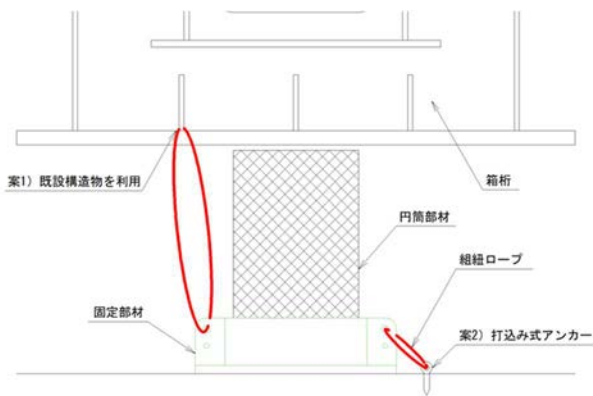
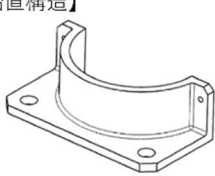


図-2 設置イメージ

【鉛直構造】



【傾斜構造】

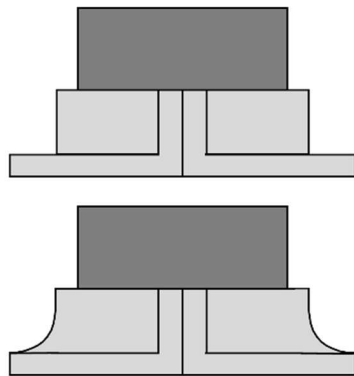
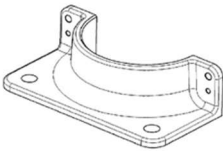


図-3 固定部材形状の改良

3. 設置方法

本段差防止構造は施工性向上のため、接着接合による取付けを想定している。接着剤は固定部材の底面に塗布し、橋脚と接着する。接着部に発生する力は、水平力による曲げ応力と想定され、この応力以上の付着力を有する接着剤を選定する必要があった。そこで付着力試験を行い、鋼製橋脚にはアクリル接着剤、RC 橋脚にはエポキシ接着剤を用いることとした。

また、段差防止構造が落下した場合の第三者被害を防ぐためフェールセーフとして固定部材の孔にポリエステル繊維製の組紐ロープを通し、桁等の既設構造物に固定させることとした（図-2）。

4. 部材仕様

1) FEM 解析による構造検討

摩擦による水平力が作用した場合に、最も力がかかる部材基部の曲げ応力とせん断応力に対して、円筒部材及び固定部材の強度を検証するため FEM 解析を実施した。

当初、固定部材（GFRP 部材）は鉛直に立ち上がる

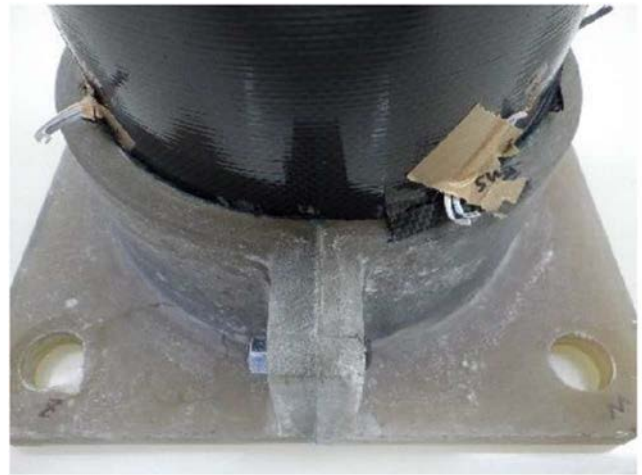


写真-2 試験体破壊形態

構造を想定していたが、FEM 解析の結果、固定部材の根元に応力集中が生じたため、滑らかな傾斜をつけた構造に改良した（図-3）。

2) 強度試験

円筒部材の板厚を変化させた3ケース（板厚 5mm, 8mm, 12mm）で強度試験を実施した。試験は、破壊形態を確認するため、試験体が破損し、載荷荷重の低下が認められるまで載荷を行った。

強度試験の結果、全試験体で円筒部材と固定部材の境界部が座屈したが、部材の大きな飛散はないことが確認できた（写真-2）。また、耐荷力は板厚 8mm の試験体で基準値 2000kN に対して安全率 1.34 となることが確認できた。

5. おわりに

開発した CFRP 製段差防止構造の適用条件は下記の通りである。

<適用範囲>

- ・ 支承反力 2000kN 以下
- ・ 支承部高さ 400mm 以下

<部材仕様>

- ・ 円筒部材（CFRP 製、板厚 8mm）
- ・ 固定部材（GFRP 製、傾斜構造）

<接着方法>

- ・ アクリル接着剤（鋼製橋脚）
- ・ エポキシ接着剤（RC 橋脚）

今後、部材設置の施工性や接着剤等の耐久性を検証した上で、現場に適用していく予定である。