

施工後 20 年を経過した剥落防止ガラス繊維シートの健全性評価

(財)首都高速道路技術センター 正会員 ○青木 聡
 同上 正会員 吉沢 勝
 首都高速道路株式会社 正会員 相川 智彦

1. 目的

1962(昭和 37)年に建設された PC ポステン箱桁橋において、桁下面及び側面にひび割れが発生していた状況から 1990(平成 2)年にガラスクロス FRP 繊維シートによる剥落防止工が施工された。このガラス繊維シートは、施工後 21 年経過していることから、長期耐久性に関わる性能評価を行うこととした。なお健全性評価は既往の調査¹⁾を参考に実施した。

2. 調査概要

今回評価したガラス繊維シート仕様は、平成 3 年に制定している補修基準²⁾に示されている仕様と同じである(表-1)。PC 箱桁橋の下面及び側面に施工されている状況から桁下面においては直射日光が当たらず、また側面についても、張出し床版や沿道にビルが建ち並ぶ状況から日光の影響が少ない状況である(図-1)。

3. 調査内容

(1) 外観目視調査

ガラス繊維シートを目視及びテストハンマーを用いて、シートに浮きやひび割れ等がないか調査した。浮き等の損傷が確認された箇所は部分的にガラス繊維シートを撤去して繊維自体の強度を確認するための試料や、この箇所での中性化深さを確認することとした。

(2) 層間付着性試験

ガラス FRP 繊維シートの付着性を確認するために、「連続繊維シートとコンクリートとの接着試験方法(案)」(JSCE-E 545-2000)に準じて建研式引張試験を行った。アセトンで表面清掃したガラス繊維シート面に 40×40mm の鋼製治具をエポキシ樹脂で接着して、24 時間以上経過した後、鋼製治具の周囲にコンクリートカッターを用いて鋼製治具の周囲に沿って切り込みを入れて、建研式引張試験器で鋼製治具を引張り、3 体の試験片の平均値をコンクリート面とガラス繊維シートの付着強度とした。

(3) ガラス繊維引張強度試験

ガラスクロス繊維自体が経年劣化によって引張強度が低下していないか確認するため、繊維単体での引張試験を行った。層間付着性試験により採取した鋼製治具から、治具に付着しているガラス繊維シートを溶剤に浸しエポキシ樹脂を溶解させて、引張強度を確認するためのガラス繊維(横糸)を取り出した。取り出した 1 本の繊維は、ガラス繊維一般試験方法(JIS R3420)に準じて引張試験を

実施している。引張強度は 5 本の引張試験結果の平均値とした。また新品のガラス繊維と比較検証するため、新品の繊維も引張強度試験を行っている。この新品のガラス繊維は既設のガラス繊維と比較するために同じキーワード ガラス繊維シート、長期性能、健全性評価

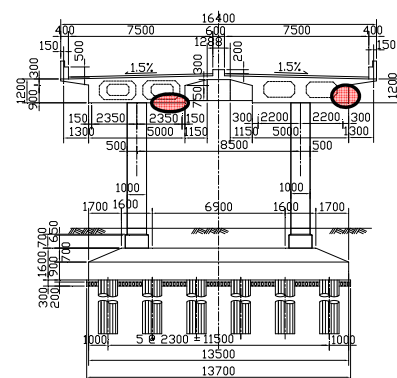


図-1 PC箱桁橋 試料採取箇所図

表-1 ガラス繊維シート補修仕様

	工種	材 料	標準使用量	
		コンクリート面	-	kg/m ²
1層目	プライマー	エポキシ樹脂プライマー	0.10	kg/m ²
2層目	パテ	エポキシ樹脂パテ	0.40	kg/m ²
3層目	含浸材	エポキシ樹脂系含浸接着剤	0.30	kg/m ²
4層目	貼付	FRPシート	0.10	kg/m ²
5層目	含浸材	エポキシ樹脂系含浸接着剤	0.20	kg/m ²
6層目	中塗り工	防水塗料中塗り	0.12	kg/m ²
7層目	上塗り工	防水塗料上塗り	0.12	kg/m ²

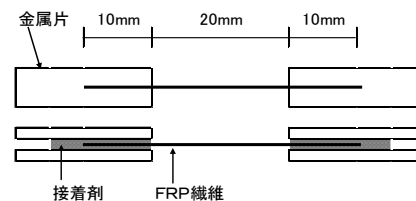


図-2 ガラス繊維引張試験片

件とすることとして、一度エポキシ樹脂を浸透・硬化させ、その後溶剤でエポキシ樹脂を溶解して1本の繊維を取り出している。

(4) ガラス繊維シート施工箇所の中性化深さ

ガラス繊維シートの施工箇所において、中性化深さが進行しているかどうか確認することとし、浮き箇所のガラス繊維を取り出した部分でドリル削孔法により中性化深さ調査を行った。中性化深さは1箇所あたり3点を測定してその平均値を調査結果とした。

4. 調査結果

(1) 外観目視調査結果

排気ガス等の煤の影響で若干汚れている状況ではあったが、ガラス繊維シートが剥れ落ちている箇所や繊維が切れているような損傷は見られなかった。局所的に浮いている箇所があったが、繊維には上塗り層があって劣化していない状況から施工後の経年的な劣化によるものではなく、施工時にエポキシ樹脂等接着剤が確実に付着していなかったものと思われる。

(2) 層間付着性試験結果

層間付着性試験はPC箱桁橋の下面と側面の2箇所である。現在の評価基準³⁾である「付着強度 1.0N/mm²以上」を参考に引張試験を整理した。その結果、桁下面・側面とも1.0N/mm²を上回る値で付着力の低下は見られない(図-3)。

(3) ガラス繊維引張強度試験結果

施工時の引張強度の規格値は60kgf/16本で、1本当たり36.7N/本である。この規格値や新品繊維の結果と比較検証して評価することとした。引張強度試験結果を表-2示す。

FRPの長期的品質に関しては、桁下面と浮き部についてはガラス繊維規格値36.7N/本以上の引張強度が確認できた。しかし桁側面は規格値の90%程度の引張強度であった。ただし新品との比較結果からは99%で、剥落防止機能の品質は確保されているものと判断した。

(4) ガラス繊維シート箇所の中性化深さ結果

中性化深さは1調査箇所あたり3点を測定してその平均値を調査結果とした。それらの結果を表-3に示す。

5. まとめ

施工後約20年経過したガラス繊維シートは、損傷している状況は見受けられなく、繊維の付着強度、引張強度も規格値をおおむね満足しているため、健全性が保たれていることが確認できた。

参考文献

- 1) 友清, 岡田ら: コンクリート壁高欄における既設FRP補修の長期性能調査, 土木学会年次講演概要集, v-091, pp. 181~182, 2003
- 2) コンクリート塗装及びFRP補修基準(案), 首都高速道路公団, 工務部・保全施設部, 平成3年10月
- 3) 橋梁構造設計要領 コンクリート剥落防止編, 首都高速道路(株), 平成18年8月

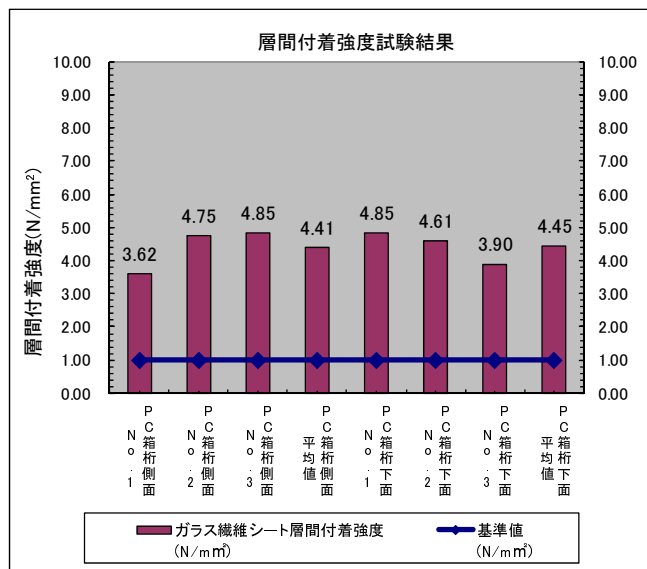


図-3 ガラス繊維シート層間付着強度試験結果

表-2 ガラス繊維引張試験結果

仕様	試験項目	平均値	1本目	2本目	3本目	4本目	5本目
PC箱桁 下面	試料1 引張強さ(N)	44.9	46.4	41.0	43.4	41.4	44.4
	試料2 引張強さ(N)		47.0	48.3	48.8	45.8	42.2
PC箱桁 側面	試料3 引張強さ(N)	32.3	33.0	34.6	31.7	37.6	34.8
	試料4 引張強さ(N)		31.3	27.9	32.6	29.6	30.2
PC 浮き箇所	試料5 引張強さ(N)	38.8	30.2	25.0	34.4	26.3	34.2
	試料6 引張強さ(N)		47.9	43.9	44.2	46.3	41.1
	試料7 引張強さ(N)		39.4	48.0	36.8	37.6	47.2
新品	試料8 引張強さ(N)	37.0	41.8	38.0	31.4	35.8	38.2

表-3 中性化深さ一覧

場所	ドリル削孔深さ (a)	エポキシ樹脂層 (b)	中性化深さ (a-b)
			(単位: mm)
羽1082	14.5	2.0	12.5
羽1081(No. 1)	11.3	0.1	11.2
羽1081(No. 2)	3.2	1.0	2.2