

## I-A 374 鋼床版箱桁の垂直補剛材に生じた疲労亀裂の補修

(株)宮地鐵工所 正会員 佐藤 徹  
 阪神高速道路公団 関 惟忠  
 " 正会員 西岡 敬治  
 " " 乙黒 幸年

## 1. まえがき

鋼床版は輪荷重が直接載荷され、リブ配置などの構造的要因や自動車走行位置との関連で局部的な高い応力が繰り返しこることから、鋼道路橋において最も疲労損傷が発生しやすい部材であると言える。鋼床版に生じた疲労損傷は数多く報告されており、その事例の一つとしてデッキプレートと垂直補剛材のすみ肉溶接部の亀裂が挙げられる（図-1）。

現行示方書では垂直補剛材上端部のデッキプレート側との取り付け方は、腹板の面外変形を拘束するために溶接することになっているが、溶接による欠陥、変形、残留応力などの施工上の要因により、疲労の問題が生じることが考えられる。阪神高速神戸線の5径間連続ゲルバー箱桁橋（阪神大震災で被災し現在は撤去済み）でもこの部位に疲労亀裂の発生が確認されたことから、損傷を除去し構造を改善するための補修案を検討することとした。

## 2. 実橋での応力測定結果

実橋での対象部位に発生する応力状態を把握するために、試験車による静的載荷試験と48時間応力頻度計測を行った。静的載荷試験では図-2に示すように、後輪外側が垂直補剛材の直上となるように位置を決定し、試験車を時速約5km/hで走行させ応力波形計測を行った。

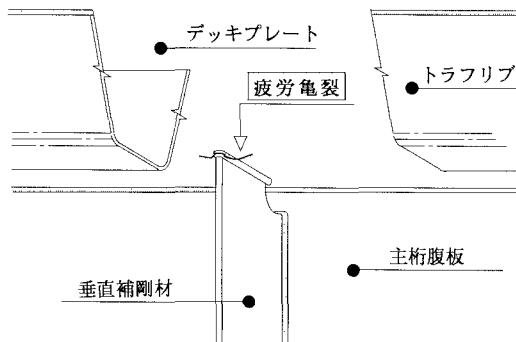


図-1 対象部位と損傷例

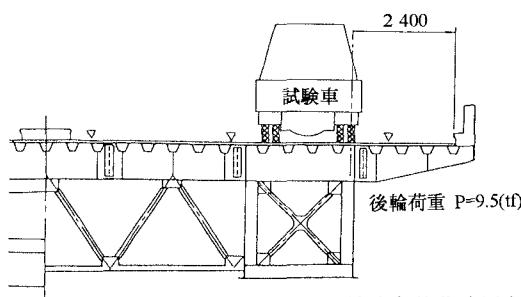


図-2 試験車載荷位置とひずみ計測位置

48時間頻度計測と合わせて応力測定結果を表-1に示すが、静的載荷試験の結果では垂直補剛材上端部の応力範囲が55.9MPaと大きく、頻度計測の結果でも200万回換算疲労寿命が約12年と極めて疲労損傷の発生確率が高い位置であることが解った。

表-1 実橋での応力測定結果

	静的試験 (MPa)			48hrs. 応力頻度計測	
	max	min	$\Delta \sigma$	等価応力	疲労寿命
垂直補剛材側 ①	8.4	-41.6	50.0	40.1(MPa)	12.4(年)
デッキプレート側 ②	4.4	-21.0	25.4	—	—

※①の強度等級は JSSC-E と仮定。

### 3. 補修構造と疲労試験

疲労亀裂が発生した補剛材溶接部を除去し、新たな部材を取り付けて耐疲労性に優れた構造に改善するために、図-3に示すT型の新規補剛材を用いた補修構造を検討した。この補修構造は既設補剛材上端部をガス切断し、腹板側の溶接ビードを仕上げた後T型補剛材を既設補剛材とボルト接合で連結するものであるが、天井側の鋼板（以下、座布団鋼板と称する）とデッキプレートとの取り付けを溶接によるものがAタイプ、座布団鋼板をエポキシ樹脂系接着剤で取り付けたものをBタイプとしている。なお補修構造の疲労耐久性を評価するために、現行構造およびT型補剛材を取り付ける前の補剛材上端を切断した構造についても疲労試験を実施している。

疲労試験の結果では、現行構造および切断構造より補修構造の耐久性が向上するという結果が得られたが、溶接構造とした A タイプが座布団鋼板のすみ肉溶接部から亀裂が発生したのに対し、接着構造の B タイプでは座布団鋼板のコーナー部からの軽微な接着剤の剥離が見られたものの、疲労亀裂が発生する徴候は確認できなかった。図-4 に A タイプの亀裂状況、表-2 に疲労試験の結果を示す。

#### 4. まとめ

デッキプレートと垂直補剛材の溶接部に疲労亀裂が発生した場合、デッキプレートに亀裂が進展し橋梁全体の耐荷力低下を招くことのないないように、応急補修として損傷部を早急に除去することがまず要求されるが、補剛材上端部を切断した構造でも耐久性は向上することが解った。引き続き新規補剛材を取り付ける必要があるが、この場合狭い作業空間で溶接作業を行い溶接欠陥など疲労に対する懸念が残る溶接構造よりも、現場での作業性に優れ新たな損傷発生の恐れのない接着構造が有効な手段であると考えている。今後はエポキシ樹脂系接着剤の耐候性などの問題も含め、試験施工などにより効果の確認を行う予定である。

図-3 補修構造図

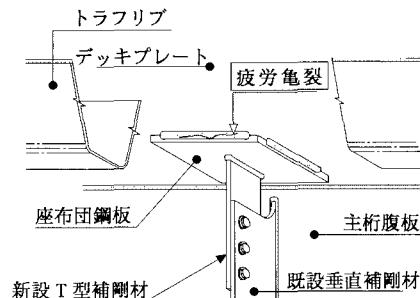


図-4 溶接補修構造の疲労亀裂

表-2 疲労試験結果

	単位荷重当たりの応力度 (MPa / tf)	試験時の目標		亀裂発生までの繰戻し回数(万回)	
		応力範囲(MPa)	Case-1	Case-2	Case-1
現行構造	31.6	100	65	36.6	188.3
切断構造	6.7	100	65	90.3	391.0
補修構造 A	1.7	125	65	682.0	689.0
補修構造 B	2.9	155	65	(216.6)	(216.6)

※( )は亀裂発生せず。

## 【参考文献】

- 1) 岩崎、狩生、西：実橋測定による鋼床版主桁ウエブ垂直補剛材上端部の疲労検討、土木学会第43回年次学術講演会、昭和63年10月、I-139、pp.332～333
  - 2) 梶原、木暮、古閑：鋼床版に生じた疲労亀裂の補修・補強、土木学会第46回年次学術講演会、平成3年9月、I-193、pp.424～425
  - 3) 松本、遠藤：デッキとスティフナの溶接部の疲労実験、本四技報 Vol.17 No.67 '93.7、pp.33～36