

鋼橋の疲労損傷に対する応力軽減工法の現場適用例

(株) BMC ○正会員 小芝 明弘 JR 東日本 千葉支社 宮西 正人
 JR 東日本 千葉支社 八島 博昭 (株) BMC 正会員 相田 亨
 川口金属工業 (株) 宮原 幸春

1. はじめに

鋼鉄道橋在来線の疲労損傷の対策方法として、当板とフランジの密着効果を高め、損傷部の応力軽減効果をもつ工法を開発した。ここではこの工法を鋼鉄道橋の実橋に適用し、その施工性・応力軽減効果の確認を行った。この検証試験結果から、若干の検討の余地は残るが、施工性・低減効果において本工法の適用価値が高いことの確認ができた。

2. 疲労損傷の概要

鋼鉄道橋の代表的な疲労損傷事例を示す。

(1) 枕木直下の縦桁補剛材天端溶接部のき裂

発生原因は、当初考慮していなかった偏心外力等の影響で過大な応力が作用したことや、製作時すみ肉溶接では避けることの出来ない肌すきが影響したものと考えられる。この状態を放置した場合、縦桁上フランジ母材や補剛材スカーップ部腹板のき裂につながる可能性があるため効率的な対策が必要になる。(図-1)

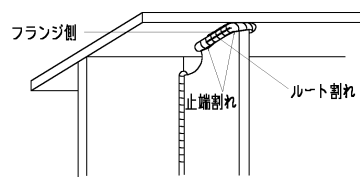


図-1 縦桁補剛材天端のき裂

(2) 支点部下フランジのき裂

経年による端補剛材下端の隙間によるフランジが面外に曲げられたことが原因で、山型鋼コーナーやソールプレート取付けリベット孔からのき裂(図-2)につながるものである。

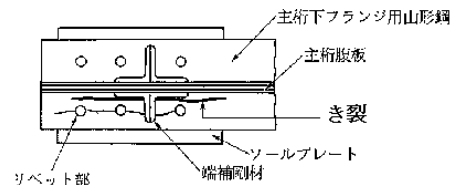


図-2 主桁支点部下フランジのき裂

なお、これらのき裂発生や摩耗などの耐久性劣化の事例は、かなり多くなることも懸念される。

3. 工法の適用

(1) 従来の補修方法

上記の疲労損傷に対して、よくみられる補修方法に①溶接補修、②当板補強があるが、溶接は補修後さらにき裂が再発する場合があります、また当板は補強効果を確保するにはただ当てるだけでなく、フランジ面への固定を確実に行う必要がある。

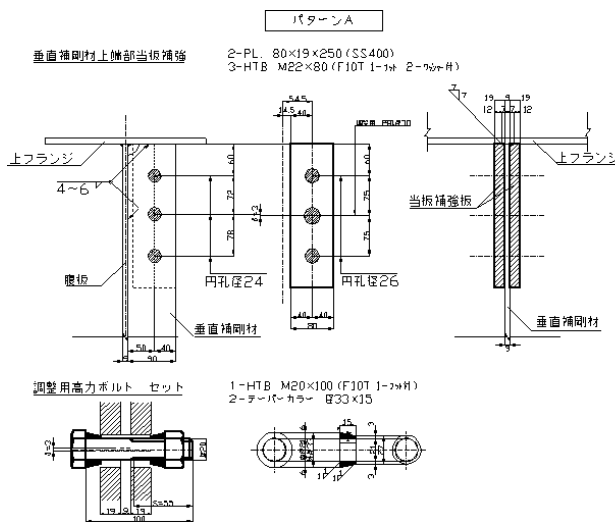


図-3 形状図

(2) 応力軽減工法の適用

ここでは、単なる当板ではなく、この板に応力軽減効果をもたせることと、さらにこれをねじ部のクサビ効果で力を入れた密着を積極的に導入したものである。その形状、施工要領を図-3、図-4に示す。

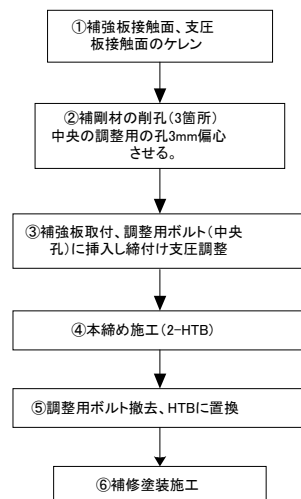


図-4 施工要領

キーワード： 疲労損傷 応力軽減 補剛材 フランジ き裂

連絡先：〒261-7125 千葉県千葉市美浜区中瀬 2-6WBG マリブウエスト 25F Tel 043-297-0207

4. 効果の確認方法と結果

(1) 効果確認の流れ

本工法確認試験の流れを図-5に示す。

(2) 適用箇所を選定

- ①溶接構造下路トラスの縦桁補剛材天端溶接部の破断箇所
- ②リベット構造上路プレートガーダー支点部端補剛材下端、隙間箇所

(3) 応力測定要領

補強前の測定による実働応力把握、当板の施工性確認、補強後の応力測定という手順で、その効果の確認を行った。

(4) 結果

①補剛材天端の当板の効果確認

測定位置、応力測定結果を図-6、表-1に示す。

- ・腹板スカーラップ部 (b) 補強前の応力値は-126Mpaと大きく、き裂が懸念される。
- ・既設補剛材天端 (a) の応力は破断しているため、-0.8Mpaと補剛材は荷重を受けていない。
- ・当板補強後の腹板スカーラップ部 (b) の応力値は-27Mpaとなり補強前の約2割程度に低減している。
- ・補強後の当板の応力値は、起点方 (e-iii) で-163Mpa、反対側 (d-iii) で-44Mpaと対称でなく、片ざきしている。

②端補剛材下端の当板の効果確認

測定位置、結果を図-7、表-2に示す

- ・下フランジ (c) の補強前の応力値は-125Mpaとかなり大きく端補剛材下端の隙間が懸念される。
- ・補強後の下フランジ (c) の応力値は-46Mpaとなり補強前の約4割程度に低減された。
- ・端補剛材下端 (a) の応力値は補強前の-34Mpaから補強後は-72Mpaとなり、反力の分担機能の改善が確認できた。
- ・補強後の当板は片ざきしている

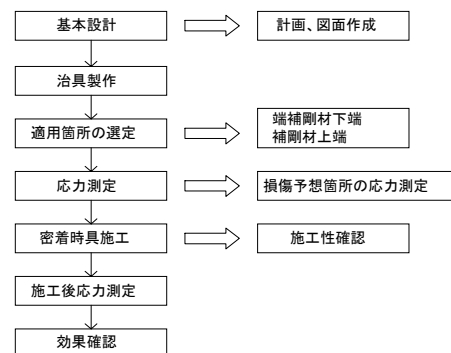


図-5 確認試験の流れ

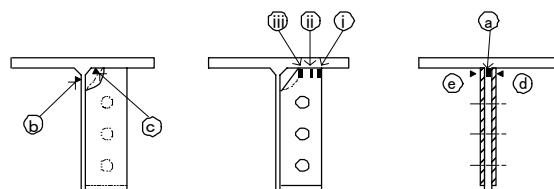


図-6 補剛材天端測定位置

表-1 応力測定結果

測定位置	記号	補強前		補強後	
		最大値	最小値	最大値	最小値
補剛材上端	Ⓐ	1.7	-0.8	4.1	-1.7
縦桁webスカーラップ部	Ⓑ	25.7	-126.5	7.8	-27.2
縦桁上フランジスカーラップ部	Ⓒ	5.9	-43.5	4.6	-20.2
当板	Ⓓ-i	-	-	6.8	-4.5
	Ⓓ-iii	-	-	1.6	-44.0
	Ⓔ-i	-	-	3.8	-1.3
	Ⓔ-ii	-	-	5.2	-6.4
	Ⓔ-iii	-	-	0.6	-163.0

表-2 応力測定結果

測定位置	記号	補強前		補強後	
		最大値	最小値	最大値	最小値
端補剛材下端	Ⓐ	1.6	-34.4	0.8	-72.3
支点部下フランジ	Ⓑ	2.5	-94.0	5.6	-21.7
支点部下フランジ	Ⓒ	4.3	-124.5	1.0	-46.0
当板	Ⓓ-i	-	-	0.5	-77.2
	Ⓓ-iii	-	-	1.7	-1.8
	Ⓔ-i	-	-	3.1	-223.6
	Ⓔ-iii	-	-	9.9	-0.8

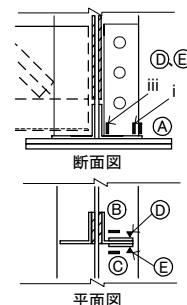


図-7 端補剛材
下端測定位置

5. まとめ

- ・補剛材天端溶接部のき裂および支点部下フランジのき裂発生に対して、当板で予防することが可能である。
- ・当板の施工はテーパカラーを用いることで、容易に当板とフランジの密着、固定が可能である。
- ・当板は既設フランジの状態によって、片効きとなる箇所がある。ただし、この状態でも効果は確認できた。

【今後の課題】

- ・密着性の向上のため、テーパ角度をさらにきつくする。
- ・フランジと補剛材接触面を平滑化し密着性の向上を図る。
- ・孔明け精度の向上として、位置だし用の治具、テンプレートの開発。
- ・現場における施工性、施工管理の面から施工要領等標準化を図る。

参考文献：

- 1) 財団法人 鉄道総合研究所：鋼構造物補修・補強・改造の手引き，1992. 7