

鋼床版溶接部に発生した疲労き裂に対するき裂進展抑制用ペーストの施工技術の開発

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○佐藤 京, 表 真也, 岡田 慎哉
 神戸製鋼所 正会員 河本 恭平
 大阪工業大学 フェロー 松井 繁之

1. まえがき

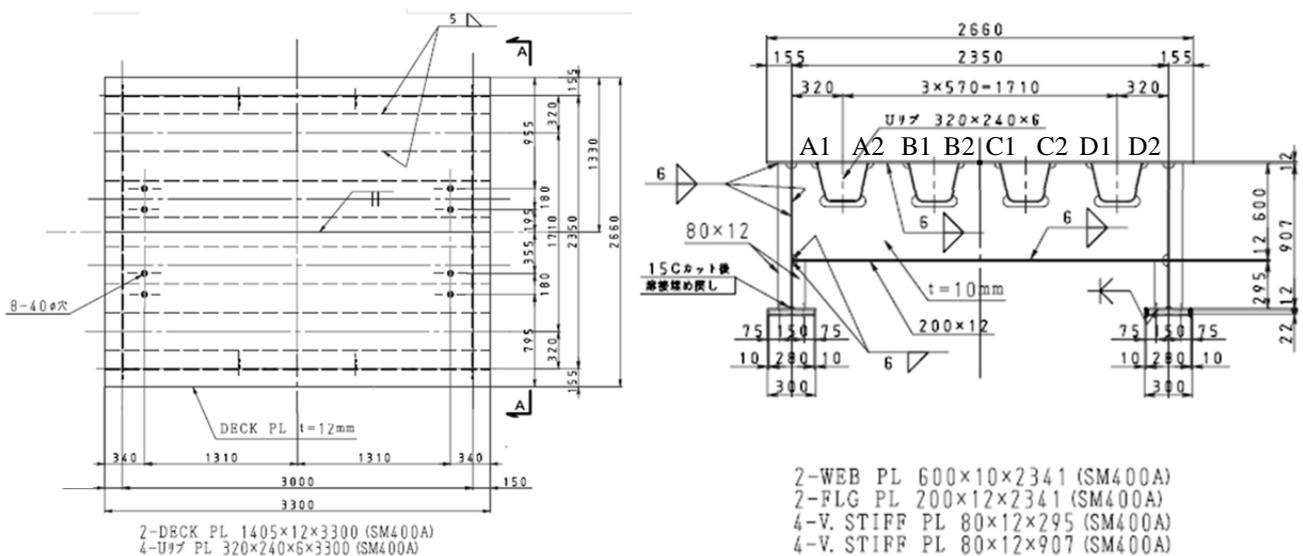
道路橋鋼床版では、走行荷重の繰り返しにより、デッキプレートと U リブの溶接部に生じるビード貫通き裂が問題となっている。ただし、疲労き裂の進展が途中で遅くなることも認められ、き裂内に堆積したフレッティング酸化物がき裂の開閉を妨げる現象（くさび効果）¹⁾によると言われている。この現象を強制的に発現させ、き裂進展速度を低下させた例として、接着剤²⁾やオイルとアルミナ粒子の混合物（以後、微細粒ペーストと称する）³⁾をき裂内に注入する手法が報告されている。著者らも、微細粒ペーストを用いたき裂遅延化技術について、ペーストの製作条件の検討ならびに種々の試験条件下での効果を検証した^{4)~6)}。本研究では、実物大鋼床版試験体を対象にして、溶接部のビード貫通き裂の進展を抑制するための施工技術の検討を行った。

2. 供試体, 試験方法

図1には、試験体の概要を示す。供試体は鋼床版を再現しており、デッキプレートと U リブ間の溶接部の溶け込み深さは、既設の鋼床版を模擬するために板厚の 25%前後とした。A-A 断面図に図示したとおり、以降ではデッキプレートと U リブの溶接線を A1, A2, . . . , D2 と呼ぶこととする。試験装置は輪荷重走行試験装置である。鋼床版上面の溶接線を跨いだ位置に載荷ブロックを配置し、その上部から輪荷重の走行を行った。走行荷重は、溶接線 B2 を跨いで走行し、溶接線 A2 に着目した場合をケース 1、溶接線 C2 を跨いで走行し、C1 に着目した場合をケース 2 とした。これは、それぞれ微細粒ペーストの効果が発現しにくい場合としやすい場合を想定している。また、所定回数を走行するごとに磁粉探傷試験でき裂長さを計測している。

3. 輪荷重走行試験の結果

試験の結果、ケース 1 で 1 本、ケース 2 で 2 本のき裂が確認された。各ケースのき裂先端（着目点）に着目して、図2にペーストによるき裂進展速度の変化を示す。図3には、ペーストの低圧注入工法の概要を示す。ケース 1 では、溶接線直角方向の発生応力が常に圧縮となるため、発生したビード貫通き裂には開口が生じに



(a) 上面図

(b) A-A 断面図

図1 鋼床版試験体の図面

キーワード 鋼床版, 延命化, 疲労き裂, 微細粒ペースト, くさび効果

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3-1-34 土木研究所寒地土木研究所寒地構造チーム TEL 011-841-1698

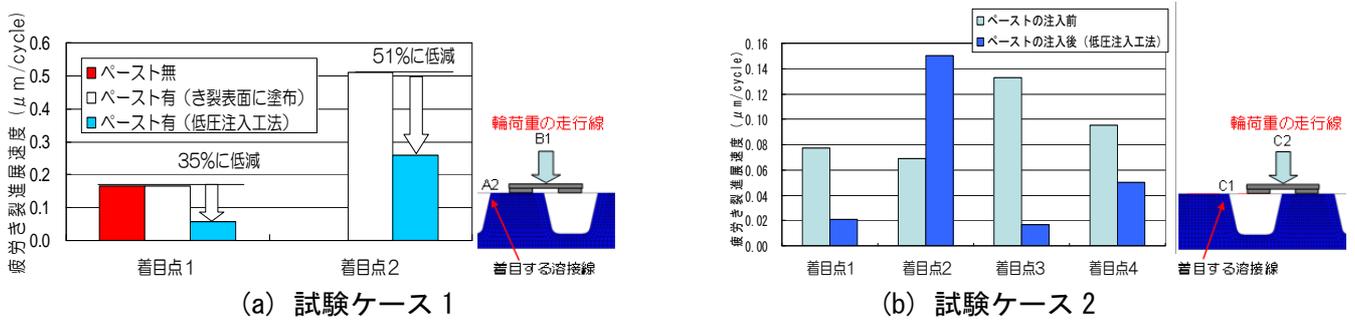


図2 ビード貫通き裂の進展速度に及ぼす低圧注入工法による微細粒ペースト注入の効果



(a)先端近傍のき裂上から非貫通孔φ2.8を導入 (b)ドリル孔にシーリング材で座金を接着 (c)座金に低圧注入器具を取付

図3 ビード貫通き裂に対する微細粒ペーストの施工方法（低圧注入工法による強制注入）

くく、結果としてペーストがき裂内部に入りにくい。従来のき裂表面にペーストを塗布する方法^{3)~6)}を適用した場合には、き裂遅延効果はほぼ確認できなかった。対応策として先端近傍のき裂上に非貫通孔（深さ7mm）を設け、低圧注入工法によってき裂内に強制注入する方法を採用した。その結果、き裂進展速度が1/2~1/3に減速した（図2(a)）。また、試験後には注入したペーストがUリブ未溶着側の閉断面内に流出しており、ペーストがき裂内に浸透していることが確認できた。また、溶接線直角方向の応力に引張応力が発生し、そのためき裂の開口が生じやすく、ペーストがき裂内に浸透し易いと考えられるケース2について、同様に低圧注入工法でペーストを導入した場合は、ペーストの無い場合と比べてき裂の進展速度が平均で29%にまで低下する結果を得た（図2(b)）。なお、ケース2における着目点2と4については、ペースト注入後の荷重の繰返し数および進展量が少ない状態でのデータのため、計測誤差が大きく反映されているものと推察しており、特に着目点2はその誤差が大きく、進展速度が逆転した結果となったものと判断される。

4. まとめ

輪荷重走行を受けて発生する鋼床版試験体のデッキプレートとUリブ間の溶接部のビード貫通き裂に対して、微細粒ペーストによるき裂進展抑制効果が得られる施工方法を確立し、その効果が確認できた。

参考文献

- 1) たとえば 城野政弘, 宋智浩: 疲労き裂 pp17-18, 大阪大学出版会, 2005.
- 2) H. Kitagawa, et.al.: A new method of arresting fatigue crack growth by artificial wedge, Proceedings of International Conference on Fracture Mechanics in Engineering Applications, pp.281-293, 1979.
- 3) 高橋一比古ら: 微細粒のくさび効果による疲労き裂進展抑制, 日本造船学会論文集, Vol.184, pp361-367, 1998.
- 4) 河本恭平ら: 微細粒ペーストを用いた疲労き裂進展の抑制技術の開発, 土木学会第65回年次学術講演会講演概要集, pp889-890, 2010.
- 5) 河本恭平ら: 金属材料の疲労き裂進展速度低下用粒子含有ペースト, および, そのペーストを塗布した金属材料疲労亀裂の進展抑制方法及び検出方法, 並びに, それらに用いるペースト, 特許第4852163号, 2011.
- 6) 佐藤京ら: 鋼構造物に発生した疲労き裂の進展遅延化技術の効果定量化に関する検討, 土木学会第67回年次学術講演会講演概要集, pp523-524, 2012.