

## 鋼 I 桁橋ウェブギャップ板に発生する疲労き裂対策方針の検討

(一財) 首都高速道路技術センター 正会員 ○増井隆, 小林明史, 上坂健一郎  
首都高速道路(株) 正会員 平野秀一

## 1. はじめに

大型車交通量の多い首都高速道路の鋼橋では、疲労き裂（以下、き裂）が多数発生している。なかでも鋼 I 桁橋の上ウェブギャップ板（以下、WG 板、図-1）と主桁上フランジとの溶接部（以下、上端溶接部）から発生しているき裂（以下、A1, B1 き裂、図-2）が最も多く、鋼床版橋を除く鋼橋で発生している全き裂数の約 30% を占めている。首都高速道路では、A1, B1 き裂の合計長さが 40mm 以上となった場合に、現行板厚が 9mm の WG 板を 19mm のものに取り替えることとしている。取替え板の取付けは溶接としているが、溶接部は狭隘な場所であり作業効率が低く、溶接品質を確保することも困難である。

WG 板は二次部材であるため、き裂が進展したとしてもただちに橋梁の安全性に影響を与えるものではない。ただし、上端溶接部が破断すると主桁上フランジとウェブとの溶接部（以下、首溶接部、図-2 の D1 位置）の応力が増加し、首溶接部にき裂（以下、D1 き裂）が発生する場合がある。D1 き裂のほとんどは主桁ウェブ側止端部に発生し、放置すると主桁ウェブに進展し、主桁の耐荷力の低下する恐れがある。本稿では、D1 き裂の発生状況を考慮した WG 板の取替え方針について検討した。

## 2. D1 き裂発生メカニズム

D1 き裂の発生メカニズムは以下のとおりと考えられている。

- ① WG 板上端のまわし溶接部に A1 または B1 き裂が発生
- ② A1 または B1 き裂が溶接線に沿って進展し、上端溶接部が破断
- ③ 主桁上フランジの首振り挙動により首溶接部の応力が増加（図-3）
- ④ D1 き裂発生

## 3. D1 き裂発生傾向分析

分析に用いたデータは、首都高速道路のデータベースから D1 き裂発生数の大部分を占める 2 路線（3 号渋谷線，4 号新宿線）を対象とした。対象とした路線は、首都高の中でも初期に供用され累積大型車交通量が多く、また他路線と比較してウェブギャップ構造を多く採用している路線であるため、D1 き裂発生数が多いと考えられる。

D1 き裂が発生している WG 板は 67 枚であった。表-1 に D1 き裂が発生している箇所の WG 板の損傷状況を示す。67 枚のうち 34 枚は上端溶接部が破断していた。その他、WG 板のスカラップ部の母材からき裂が発生（以下、S1 き裂、図-2）していたものが 28 枚、損傷がなかったものが 5 枚であった。よって、D1 き裂の 92.5%（62/67）にはキーワード 鋼桁，ウェブギャップ板，疲労き裂

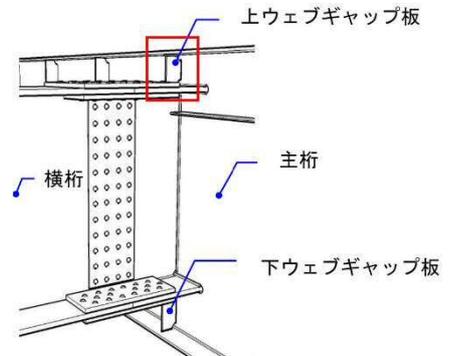


図-1 WG 板位置

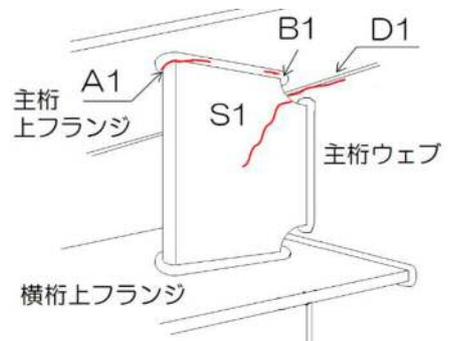


図-2 WG 板に発生するき裂

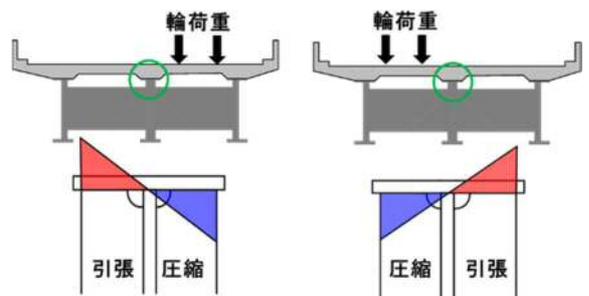


図-3 首溶接部首振りイメージ

表-1 D1 き裂が発生している箇所の WG 板損傷状況

上端破断あり	上端破断なし		合計
	S1き裂あり	補修済	
34	28	5	67

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-10-11 (一財) 首都高速道路技術センター TEL 03-3578-5772

上端溶接部が破断もしくはS1き裂が発生していたこととなる。  
 なお、表中の損傷済の5枚は、D1き裂発見時に既にWG板に発生したき裂が補修されており、WGに発生していたき裂のデータが残っていなかったものである。

分析結果から、D1き裂はWG板上端溶接部の破断もしくはS1き裂の発生に起因すると考えられる。対象2路線のWG板の全4,951枚のうち、上端溶接部が破断しているものは73枚、S1き裂が発生しているものは186枚である。WG板全数に対する発生率は両方の損傷を合わせても5.2%と非常に低い。

#### 4. WG板補修時期の検討

WG板上端溶接部の破断しているものを対象に、上端破断発見後からD1き裂が発見されるまでの期間およびD1き裂発生後の進展速度を分析した。

##### (1) WG板上端溶接部の破断からD1き裂発生までの期間

WG板の上端溶接部が破断していた73枚を分析した結果を図-4に示す。上端溶接部の破断が発見された時にD1き裂が未発生だったものは42枚、D1き裂が既に発生していたものは31枚であった。D1き裂が未発生であった42枚のうち、その後の点検でD1き裂が発見されたものが3枚、発生していないものが39枚であった。表-2にD1き裂未発生であった39枚の上端溶接部破断後の経過年数を示す。表中の経過年数が0年となっているのは、上端溶接部の破断発見後の点検が未実施のものである。それ以外は、上端溶接部破断発見後4年以上経過してもD1き裂が発生していない。

また、その後の点検でD1が発見された3枚は1枚が6年後、2枚が11年後の点検で発見されたが、D1き裂がいつ発生しているのかは不明である。

##### (2) D1進展速度の検討

D1き裂が発見された後、次の点検までD1き裂を補修していなかったデータを用い分析した。首都高速道路の損傷ランク判定基準では、D1き裂は早期に対応しなければならない損傷として位置づけているため、データが少なく首都高速道路全路線分で9件しかなかった。表-2に分析結果を示す。

D1き裂の進展速度は、最大で17.0mm/年、平均で8.0mm/年であった。点検間隔を5年とした場合、上端破断発見後にD1き裂が発生した場合に次回点検でのD1の最大き裂長は85mm程度と短く、耐荷力への影響はないと考えられる。

#### 5. まとめ

き裂の発生傾向分析から得られた結果は以下のとおりである。

- ① D1き裂は、WG板上端破断もしくはS1き裂の発生に伴うことが多い。
- ② WG板の上端溶接部の破断およびS1き裂のWG全数に対する発生率は5.2%で非常に低い。
- ③ WG板が上端破断してもただちにD1き裂が発生する可能性は低い。
- ④ 過去のデータから算出したD1き裂の進展速度は、点検間隔である5年間で最大でも85mm程度で短い。

以上から、これまでき裂長40mm以上を対象としているWG板の取替を上端溶接部が破断もしくはS1き裂発見後の取替えでよいと考えられる。

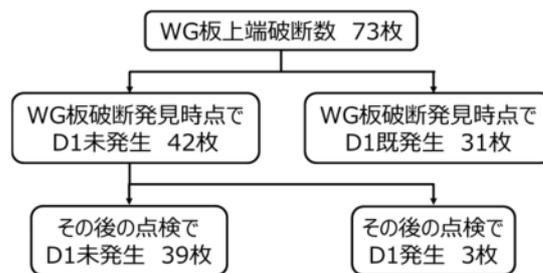


図-4 D1き裂分析結果

表-2 上端破断後D1未発生期間

経過年数	枚数
9	6
8	1
7	3
5	1
4	4
0	24
計	39

表-3 D1き裂進展速度

No.	点検間隔 (年)	進展長 (mm)	進展速度 (mm/年)
1	4	0	0
2	4	0	0
3	5	64	12.8
4	5	41	8.2
5	5	41	8.2
6	5	41	8.2
7	5	49	9.8
8	5	52	10.4
9	6	102	17.0
Ave.			8.0