圧延桁支点上補剛材の断面欠損過程における変形と残留応力再分配挙動

明石工業高等専門学校専攻科 学生会員 〇中谷佳菜代 明石工業高等専門学校 正会員 三好崇夫

<u>1. はじめに</u>

圧延桁橋はその経済性から市町村管理の小規模橋に用いら れているが、近年、その桁端部に腐食の発生も報告されてい る.市町村の厳しい予算制約下で補修や架け替えの要否を判 断するためには、その残存強度に基づくのが合理的である. 鋼構造物の初期たわみや残留応力が、同強度に影響を及ぼす ことは周知の通りである.しかし、腐食に伴う断面欠損過程 におけるそれらの変化は必ずしも明確にされていない.この ため、著者らは、圧延桁端の腹板下端部に人工的な断面欠損 を導入し、その過程の面外変位や残留応力の変化について実 験的に明らかとした¹⁾.桁橋は支点上補剛材にも腐食の発生 の多いことが報告されている²⁾.そこで、本研究では、圧延 桁端に見立てた供試体を製作し、その片側支点上補剛材下部 に人工的な断面欠損を導入し、その過程の変形や残留応力の 変化について実験的に明らかにすることを目的とする.

<u>2.供試体</u>

本研究では、図-1 に示すように、圧延 H 形鋼に支点上補 剛材を取り付けた供試体を 2 体製作した.その長さは断面欠 損の導入にフライス盤を用いる都合上、300mm(設計値)と した.うち1 体は初期状態の初期たわみと残留応力分布の把 握,残る1 体は断面欠損過程のそれらの変化の把握に用いる ものであり、それぞれ sp.1、sp.2 供試体と称する.それらの実 測寸法を表-1 に示す.

供試体の製作に用いた H 形鋼と鋼板から採取した試験片の 引張試験結果として,弾性係数 *E*, Poisson 比 v,降伏点 σ_y , 引張強度 σ_u と破断伸び $\varepsilon_f \hat{c} \frac{1}{8} - 2$ に示す.

3. 実験方法

両供試体とも、まず、腹板と支点上補剛材の初期たわみを 計測し、同箇所にひずみゲージを貼付して桁高方向のひずみ の初期値 ϵ_0 を計測した.次に、sp.1はひずみゲージ周りを小 片に切断してひずみ ϵ_c を計測し、sp.2は式(1)で定義する板厚 欠損率 β が 29、58、100%となるように、図-1に示す断面欠



図-1 圧延桁供試体の概略図

タージャークター

☆ □□ 台供码体仍关例 寸伝							
供試体名	sp.1	sp. 2	供試体名	sp. 1	sp. 2		
<i>B</i> (mm)	150	150	hw(mm)	281	281		
$H\left(\mathrm{mm} ight)$	299	299	tf (mm)	8.75	8.43		
<i>L</i> (mm)	301	301	<i>ts</i> (mm)	6.18	6.05		
tw (mm)	7	6.8	ls1 (mm)	79	78		

表-2 材料試験結果

試験片		E (kN/mm ²)	v	σ_y (N/mm ²)	σ_u (N/mm ²)	€ <u>f</u> (%)
腹板	R方向	201	0.27	371	502	31
	C方向	203	0.28	380	507	28
フランジ		204	0.28	342	494	31
支点上補剛材		203	0.28	272	418	40

(1)

損領域の板厚を段階的に減少させ、各段階におけるひずみ、腹板と支点上補剛材の面外変位を計測した.

$$\beta = (t_0 - t)/t_0 \times 100$$

ここに、to:断面欠損導入前の板厚、およびt:断面欠損導入後の断面欠損部の平均板厚である.

その後、ひずみゲージ周りを小片に切断してひずみ ε_c を計測した.板厚欠損率 β における残留応力 $\sigma_{r\beta}$ は、弾性係数を E、板厚欠損率 β におけるひずみを ε_{β} として次式で求められる.

キーワード: 圧延桁端, 腐食, 断面欠損, 変形, 残留応力再分配 連絡先(〒674-8501 兵庫県明石市魚住町西岡 679-3, TEL: 078-946-6173, FAX: 078-946-6184)

$$\sigma_{r\beta} = -E(\varepsilon_c - \varepsilon_\beta)$$

実験方法の詳細については文献 1)を参照されたい.

4. 実験結果

図-2の計測位置における初期状態の残留応力 σ,を降伏点 σ,で無次元化したパラ メータの分布を図-3に示す.ただし、本研究の σ_r は鋼板表裏の平均値とする.こ れより,両供試体とも支点上補剛材と腹板との溶接部近傍で引張,それ以外では自

己平衡をなすように圧縮の残留応 力が分布する傾向にあり,腹板に関 しては,径間側の端部で引張残留応 力を生じている.この要因としては, 供試体を切断した際の影響が考え られる.



を各箇所の板厚 t_i で無次元化したパラメータと板厚欠損率 β の関 すz軸方向を,支点上補剛材に関しては同図に示すx軸方向を正と する. 図-4より、断面欠損の進行に伴う面外変位は、左右補剛材 の最大値が顕著に変化する傾向にあることが分かる.

各板厚欠損率における図-2の計測位置の残留応力分布の推移 を図-5に示す.同図より,桁端側の腹板で断面欠損の進行に伴う 残留応力の変化が顕著である.この理由として、桁端側は径間側 に比べて剛性が低く, 断面欠損の導入に伴う支点上補剛材下端の 解放力が面内変位を生じさせたことが考えられる.図-5(b)に示す

0

100

(a)

-100A~D 点について, $\sigma_r/\sigma_v \ge \beta$ の関係 を図-6に示す. これより, A 点の (mm) 残留応力の変化は, β=29, 100%で ы 特に大きく,最終的に残留応力は降 伏点の2割程度の大きさが圧縮側 に推移している.

<u>5. まとめ</u>

(1) 断面欠損の進行に伴う最大面 外変位の変化は,左右補剛材で

は、顕著に増大する傾向にあることが分かる.

(2) 断面欠損の進行に伴う桁高方向の残留応力の変化は、支点上 補剛材では小さいが,桁端部腹板では顕著である.

謝辞 本研究は科学研究費助成事業若手研究 B 「圧延桁端支点上 の腐食過程における残留応力の再配分挙動と残存強度に関する研 究」によって実施した.ここに記して謝意を表します. 【参考文献】 1) 久松ら: 圧延桁端の断面欠損過程における変形と残留応力再分 配挙動,鋼構造年次論文報告集, Vol.25, pp.389-396, 2017., 2) 玉越ら:鋼道路 橋の局部腐食に関する調査研究,国土技術政策総合研究所資料,No.294, 2006.



図-3 初期状態における残留応力分布



支点上補剛材

断面欠損部

フランジ

計測位置

図−2 ひずみの計測位置

腹板

フランジ







(2)