

鋼橋十字溶接継手の目違いが溶接部の応力集中に与える影響(その1)

— 実橋における目違い実態の把握 —

宮地エンジニアリング 正会員 ○澁谷 敦 芝浦工業大学 正会員 穴見 健吾
三井造船 正会員 内田 大介 東京鉄骨橋梁 正会員 細見 直史

1. はじめに

溶接角変形や目違いのある溶接継手が外力を受けると、偏心による付加的な曲げが発生し、局所的に応力が増加する。そして、この応力増加の程度が大きい場合には、当該溶接継手の疲労強度が低下するため、疲労設計の際に配慮が必要となることもある。図-1にJSSCの疲労設計指針・同解説(改定案)の解説に紹介されている、IIW(国際溶接学会)の推奨する目違いを有する継手の応力割増係数の一例を示す。この場合の応力割増し係数 k_m は長さ l 、板厚 t 、目違い量 e 、拘束度 λ の関数となっているが、実構造物における l と λ の設定は困難であり、構造物毎に検討が必要だと考えられる。

本稿では、鋼橋において十字溶接継手を構成する主桁と横桁の交差部に着目する。そして、目違いにより生じる応力増加を疲労設計で考慮すべきか否かを検討する目的で、国内の鋼橋における目違いの程度を把握するとともに、解析的な検討を行う。ここではまず、国内の鋼橋における目違いの程度を把握するために実施した目違いの計測事例について報告する。

2. 計測方法

実構造物における計測は、橋梁製作工場にある新設の鈑桁橋および箱桁橋の部材で行った。計測対象は主桁と横桁の交差部である。鈑桁橋においては多主桁橋で、主桁腹板の両側に接合されている横桁フランジ相互の板厚方向のズレを十字溶接継手の目違いとした。また、箱桁橋においては、横桁フランジと主桁腹板を介して桁内に配置されている控え材との板厚方向のズレを目違いとした。ここで、計測を行った部材の工場製作工程の段階は、本溶接およびその後の矯正が終了し、部材として完成時の寸法形状にある。

目違いの計測にあたって、部材の横桁フランジおよび主桁腹板に数点の計測用ターゲットを配置した。図-2に計測用ターゲットの配置例を示す。図中の・印は計測用ターゲットを示している。横桁フランジおよび桁内の控え材には板の角部(板コバ)に、主桁腹板では横桁フランジ(または控え材)の板コバの延長線上に配置した。部材に配置した計測用ターゲットの位置を、鋼橋のシミュレーション仮組立で用いられるデジタルカメラによる三次元計測システム、または三次元光波計測機を使用して計測し、各計測点の三次元座標を得た。

鈑桁橋においてはデジタルカメラを用いた計測システムにより、箱桁橋においては光波計測機を使用して計測を行った。デジタルカメラによる計測では、着目箇所である主桁と横桁の交差部の計測用ターゲットの他に、部材の形状を数値処理で求めるための基準バー等を設置している。また、箱桁橋においては、桁の外側より計測対象箇所が見通すことのできる部材端部付近の横桁で計測を行った(写真-1)。



写真-1 箱桁橋の計測状況

#	形状不整のタイプ
1	目違い(平板)
$k_m = 1 + \lambda \cdot \frac{e \cdot l_1}{t(l_1 + l_2)}$	
λ は拘束度に依存し、拘束のない継手に対しては $\lambda=6$ 荷重点が十分に離れている場合は $l_1=l_2$	

図-1 目違いによる応力割増係数

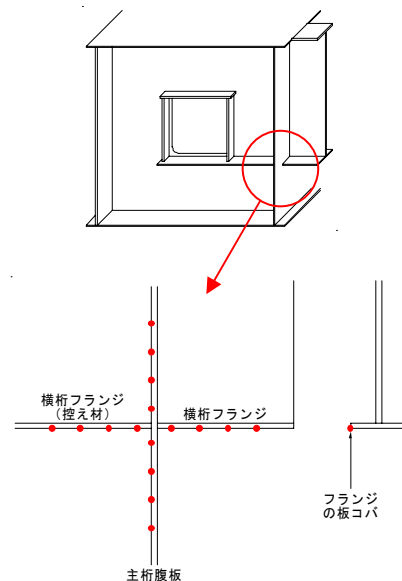


図-2 計測用ターゲットの配置例

キーワード：目違い，十字溶接継手，止端部応力

連絡先：〒103-0006 東京都中央区日本橋富沢町9-19 宮地エンジニアリング(株) TEL 03-3639-2062

3. 計測結果

(1) 計測データの処理方法

鋼桁橋の部材で1例、箱桁橋の部材で3例、計4例の計測結果を得た。各計測点の座標値をCAD上にプロットし、横桁フランジ上の2点の計測点を外挿して、横桁フランジと主桁腹板の交点を求めた。
 先ず、図-3に示す横桁フランジを跨ぐ主桁腹板上の計測点①と②を直線で結び、主桁腹板の片側の面に相当する線を引く。そして、この線に対して主桁腹板の板厚に等しい平行線を引き、主桁腹板の位置を仮定する。ここでは、主桁腹板の板厚に設計図面の数値を用いている。次に、横桁フランジ上の計測点③と④を直線で結び横桁フランジの板の角部とし、主桁腹板の位置に向けて直線を外挿する。同様に、他方の横桁フランジ上の計測点⑤と⑥を直線で結び主桁腹板の位置へ外挿する。主桁腹板の両側における横桁フランジとの交点のズレをCAD上で計測し、このズレ量を十字溶接継手の目違い量とした。

表-1の計測データ1～3においては、横桁フランジおよび主桁腹板とも、双方の交点に対して片側に4点の計測点を配置して計測している（図-2）。今回計測を行った部材の板の平面度は、規定値を十分に満足しているものの、溶接ひずみによる板の変形は多少残る。目違い量は2点の計測点を外挿して求めるため、鋼板の変形の影響を受けると予想した。

横桁フランジおよび主桁腹板の位置の仮定にあたって、用いる計測点を変えた2通りの計算方法により目違い量を求めた。計算方法1は、着目箇所配置した計測点の内、横桁フランジと主桁腹板の交差部に近い計測点を用いて目違い量を計算している。計算方法2は、図-3の計測点③と⑤は計算方法1と同じで、計測点④と⑥に主桁腹板より離れた計測点を用いている。また、計測点①と②は横桁フランジより離れた計測点を用いている。

(2) 計測データの処理結果

表-1の目違い量は、前述の計測データの処理方法によって求めたものである。表中の記号L1～L5は、図-3に示す箇所の距離である。今回の計測の範囲では、主桁と横桁の交差部における十字溶接継手の目違い量は1.3～2.4mmであった。また、橋梁形式によって大きな差はみられない。

計測データ1～3において2通りの計算方法の結果を比較すると、目違い量は交差部に近い計測点を用いた計算方法1の方が大きい。この要因の一つとして、溶接ひずみによる鋼板の変形の影響が考えられる。しかし、その差は0.2～0.4mmで、値としては小さいと考察する。

表-1 計測データの処理結果

	計測データ1	計測データ2	計測データ3	計測データ4
橋梁形式	鋼桁橋	箱桁橋	箱桁橋	箱桁橋
計測方法	デジタルカメラ計測	光波計測	光波計測	光波計測
主桁腹板厚(mm)	14	15	14	10
横桁フランジ厚(mm)	28	10	28	19
計算方法1	L1(mm)	180.0	109.1	130.3
	L2(mm)	53.1	49.1	52.6
	L3(mm)	102.7	148.2	153.0
	L4(mm)	45.0	48.8	47.7
	L5(mm)	96.3	148.5	298.2
	目違い量(mm)	1.7	2.4	1.7
計算方法2	L1(mm)	631.8	708.9	730.0
	L2(mm)	53.1	49.1	52.6
	L3(mm)	251.8	345.4	352.7
	L4(mm)	45.0	48.8	47.7
	L5(mm)	250.2	349.1	298.2
	目違い量(mm)	1.3	2.1	1.5

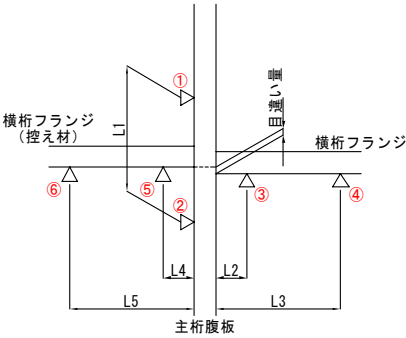


図-3 計測データの処理概要図

4. まとめ

本稿では、国内の鋼橋における目違いの程度を把握するため、十字溶接継手を構成する主桁と横桁の交差部に着目して目違い量の計測を行った。鋼桁橋の部材で1例、箱桁橋の部材で3例、計4例の計測結果を得た。今回の計測の範囲では、国内の鋼橋における十字溶接継手の目違い量は1.3～2.4mmであった。また、計測にあたっては、デジタルカメラによる三次元計測システム、および三次元光波計測の2つの方法で行った。今後の課題として各計測方法の計測精度の確認が残る。

本研究は鋼橋技術研究会・施工部会(部会長:名古屋大学 館石教授)目違いWGの検討の一環として行った。

[参考文献]

1) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説（改定案），JSSIV09-2010，2010.12.
 2) 菅沼ら：鋼橋十字溶接継手部に生じる目違いの疲労への影響，土木学会関東支部研究技術発表会 I -51, 2012