

# 宮地鐵工所における鋼橋のヤード・現場溶接工法の技術的変遷(その2)

## —— 非破壊検査、溶接收縮と変形について ——

Changes in Yard and In Situ Welding Technology Applied to Steel Bridges by Miyaji Iron Works (Part2)  
 — Non-destructive inspection, contraction and deformation of welded joints —

成宮隆雄\* 村上貴紀\*\*  
 Takao NARUMIYA Takanori MURAKAMI

### Summary

The previous paper (Part 1) described welding methods, ways to prevent cracks and improve the quality of in-situ welds, windbreak facilities, increasing welding efficiency, and other experiences from Miyaji Iron Works' more than 30-year history of yard and in-situ welding. This paper continues from Part 1 by systematically summarizing the technologies and methods not only of non-destructive inspection, which is indispensable to insure the quality of in-situ welded joints, but also the methods to prevent welded joints from contracting and deforming, which can affect the dimensions and form of steel bridges. Both the relevant literature and company experiences are included in this summary.

キーワード：現場溶接，ヤード溶接，非破壊検査，溶接收縮，溶接変形

### 1. はじめに

前報<sup>1)</sup>において、宮地鐵工所が過去30年以上にわたり施工してきた鋼橋のヤード・現場溶接（以後一括して現場溶接という）について、その施工法、現場溶接に特異な溶接割れ防止対応、現場における風防設備、現場溶接継手性能の留意点および溶接能率等について記述した。

本報では引き続き、現場溶接継手の品質確認に欠かすことのできない非破壊検査、および鋼橋の出来形（寸法および形状）に影響を及ぼす溶接継手の収縮および変形について、過去の実績および文献を基にその技術的変遷と考え方を纏め、報告することにした。

### 2. 現場溶接継手の非破壊検査

現場溶接継手の非破壊検査は特に工場における非破壊検査と変わるものではないが、現場における検査のため検査姿勢が全姿勢となり、かつ空間的作業条件も厳しく、検査時の安全性の確保も重要な課題となる。一般に現場溶接継手の内部品質検査には放射線透過試験（以後RTという）または超音波探傷試験（以後UTという）が行われている。工場における板継ぎ溶接等の突合せ溶接ではRT、その他の完全溶込み溶接継手ではUTが採用されている場合が多いが、現場溶接では1980年代前半までは

一部の継手を除きほとんどの継手にRTが採用されていた。

1970年代後半において、疲労を考慮したトラス弦材の部分溶込み角継手のルート欠陥を検出する超音波自動探傷法開発の要請がなされ、多くの検討がなされた。当社はこれらの要請に答えるべく、部分溶込みおよびすみ肉溶接継手のルート部の欠陥をRTのフィルム画像のように直接欠陥の形状、寸法および位置が記録される映像化方式の超音波自動探傷を鋼橋の溶接継手に対して初めて試み、実用化の目途を付け発表した<sup>2)</sup>。図-1に角継手を想定した人工ルート欠陥のCスコープ画像処理UT記録の例を示す。従来の手動UTはRTに比べ記録性に劣り、検査後の客観的な説得力に劣ることが弱点となっており、溶接欠陥の記録を画像化することにより、分かりやすくすることが急務であり、映像化方式超音波自動探傷システムは現場溶接への適用に今後の方向性を与えることになった。しかしながら現場溶接継手にUTを採用するに際して、RTとUTの欠陥検出度と信頼性の違いが常に論議されてきた。

#### (1) UTとRTの欠陥検出度と信頼性の比較

突合せ溶接継手のUTでは特別な場合を除いて斜角探触子が用いられており、RTは継手の真上からの投影され

\* 常務取締役

\*\*技術本部生産技術研究所

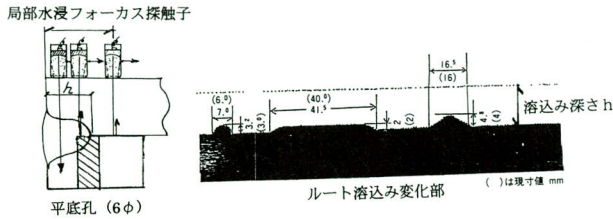


図-1 局部水浸フォーカス型探触子を用いた画像処理超音波自動探傷の例

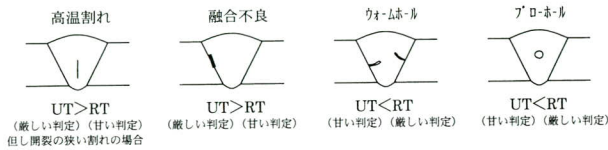


図-2 RTとUTの溶接欠陥の種類による検出能力の定性的評価

表-1 RT、UT、切断試験における欠陥長さの比較

種類	欠陥NO	1	2	3	4	5	6	7
切断試験		14mm ±1.4	24 ±0.9	25 ±2.6	5 ±1.4	7.5 ±2.5	2.5 ±2.5	2.5 ±2.5
RT	一般試験*1	9mm	23	25	5	4	0	0.6
	精密試験*2	13mm	24	26	5	4.5	0	2.0
	UT*3(L検出レベル)	13mm	23	9	4	8	5	0
UT*3(I/2L検出レベル)		17mm	38	29	11	11	9	3

\*1: 欠陥を含む丸棒の内厚補償鋼板挿入、丸棒回転撮影方式。透過度識別線径0.32mm  
 \*2: 同上、狭照射野撮影。透過度識別線径0.25mm  
 \*3: JISZ3060-1975 探触子SZ10X10A45.60.70。探触子の各屈折角、各探傷面での欠陥指示長さが異なる場合は最大欠陥指示長さ



付図1 切断試験による欠陥1の断面スケッチ



付図2 切断試験による欠陥3の断面スケッチ



付図3 切断試験による欠陥6の断面スケッチ



付図4 切断試験による欠陥7の断面スケッチ

た欠陥像であるのに対して、UTはほぼ板面平行方向からの探傷であり、欠陥の種類(形状)によっては検出能力に差が生じることは避けられない。図-2にRTとUTの溶接欠陥検出能力の定性的な評価を示す<sup>3)</sup>。

厳密な意味でRTとUTの溶接欠陥の検出能力を比較した報告は少ないが、仙田ら<sup>4)</sup>は、円筒状または面状欠陥を有する溶接試験体より欠陥を含む丸棒を削り出し、探傷方向性を考慮した丸棒回転撮影方式RTと種々屈折角度の探触子を用い、継手4方向(継手左右および裏表)から探傷したUTの欠陥指示長さおよび切断試験より測定した欠陥長さの比較を行った。これらの結果を表-1および付図1~4に示した。RTでは透過度計識別度、UTでは検出レベル等の試験条件にもよるが、それほど大きな差異は認められない。強いて言えば円筒状ではRT、面状ではUTの検出能力が高いと思われる。

三木ら<sup>5)</sup>は、工場板継ぎ溶接継手(板厚9~32mm)を想定した各種溶接欠陥を有する継手試験体を作成し、そ

		材質: SM50 板厚: 9~32mm 開先: I, V, X 超音波探傷条件: 5Z10X10A70, A2-L線レベル			片面両側探傷(S1およびS2)				
放射線透過試験 JISZ3104	不合格	4級	三種	7 (0)	7 (8)	2 (0)	1 (0)	2.2 (4)	
			二種	3 (0)	11 (1)	13 (2)	3.7 (4)	3.9 (10)	
		一種	0	0	0	0	0		
	合格	3級	三種						
			二種	3 (0)	7 (1)	5 (2)	4 (1)	1.1 (2)	
		一種	5 (0)	8 (2)	2 (1)	8 (2)	7 (0)		
合格	2級	二種	2 (0)	4 (0)	2 (1)	1 (0)	2 (1)		
		一種	8 (2)	6 (1)	9 (2)	7 (0)	5 (0)		
	1級	二種	1.5 (2)	1.6 (2)	7 (3)	6 (1)	4 (1)		
一種	6 (0)	4 (1)	1 (0)	2 (1)	5 (1)				
ND			4.6 (8)	9 (2)	1.9 (4)	1.5 (4)			
		ND	1級	2級	3級	4級			
		合格			不合格				

( ) 手動探傷データ数  
 超音波探傷試験(JISZ3060)

全データ(RTまたはUTの何れかで検出した欠陥数): 403 (内手動探傷72)  
 RT、UTとも合格(1級または2級)とした欠陥数: 135 (26.4%) (68%)  
 RT、UTとも不合格(3級または4級)とした欠陥数: 129 (内手動探傷47, 65%)  
 RTが合格とし、UTが不合格とした欠陥数: 66 (16%)  
 RTが不合格とし、UTが合格とした欠陥数: 73 (18%)  
 この内、RTで2~3種欠陥4級をUTでは欠陥無または1級と判定したデータ28ヶ(7%)、  
 UTで4級をRTでは欠陥無または1級と判定したデータ25ヶ(6%)である。

図-3 自然欠陥試験体による各自動超音波探傷システムと放射線透過試験の等級対比

の欠陥数403個について標準条件におけるRT (JIS Z 3014<sup>968</sup>) とAUT (自動探傷) (JIS Z 3060<sup>988</sup>に準じる) の欠陥等級比較を行った。これらの総括結果を図-3に示す。RTおよびUTとも等級分類2級 (2類) 以上を合格、3級 (3類) 以下を不合格としたが、RTとUTが共に合格 (1級または2級)、または不合格 (3級または4級) とした欠陥数は66%であった。またRTが不合格の欠陥をUTで合格とした欠陥数18%、RTが合格とした欠陥をUTが不合格とした欠陥数16%であり、いずれも大差はない。UTでの等級分類はエコー高さの領域と指示長さで決まるが、RTではフィルム指示像が割れと判断される場合は指示長さに関係なく全て4級と分類され、厳しい判定となる。しかしながら、微細な溶接割れや開裂の狭い縦割れの検出能力に関してはUTの方が見落としが少ない。RTとUTの溶接欠陥検出能力には一長一短あり、どちらが良いとは一概に言えないが、今後UTの画像処理により溶接欠陥の立体表示を可能とし、欠陥の種類判別ができるようになれば、作業性の良さからUTの有用性は更に高まるものと思われる。

## (2) 現場溶接のUTの技術的変遷

現場溶接継手特に鋼床版現場溶接継手は継手が長く、非破壊検査延長も膨大となる。鋼床版継手のRTでの検査能率はせいぜいフィルム50枚/日程度 (300mm\*50枚/日=15m/日) であり、また安全上雨模様での作業ができないため検査能率は極めて悪い。また放射線を用いるためX線発生装置の半径5mを立ち入り禁止区域とし、かつ管理区域を設ける必要があり、近辺での現場作業は安全上著しく制限される。一方UTでは安全上の特別の制約はないため、近辺での出帳帳場が可能であり、フィルムの現像等の後作業もなく探傷結果が直ちに分かる利点がある。

1985年、本州四国連絡橋樫石島上部工架設工事では工期短縮のため、鋼床版現場溶接継手の非破壊検査の能率向上が課題となり、鋼床版現場溶接継手への自動超音波探傷 (以後AUTという) の適用が検討された。<sup>3)</sup> この時検討したAUTはトラス弦材角継手用に開発された5システムであり、一部映像化されたシステム [平面 (Cスコープ) のみ] もあるが、大半がエコー高さのみを表示 (Aスコープ) であった。採用に当り鋼床版現場溶接で想定される溶接欠陥を有する平板試験体および鋼床版実大試験体を作成し、各システムでのAUTとRTとの比較試験を行い、AUTシステムの具備すべき条件、検査要領を

作成した。樫石島橋で鋼床版溶接継手にAUTを本格的に採用したのを始めとし、その後もDルートの本四橋吊橋3橋の鋼床版現場溶接継手に適用された。検査速度は60cm/min、検査能率は70~90mであり、工期短縮の一助となった。

1989年、首都高速道路公団D31工区において、橋脚と横梁の全断面現場溶接にAUTを採用したのが当社として最初であり、その後多くの現場溶接にAUTを採用し、工期短縮と継手品質保証の一環を担っている。

1993年には阪神高速道路公団が現場溶接を対象とした「超音波自動探傷要領」を制定し、1999年には日本道路公団名古屋建設局が「現場溶接部非破壊検査要領」を制定した。日本道路公団の検査要領ではAUTで探傷を行い、欠陥が検出された箇所については手動UTを行い、合否判定を行うことになっている。また1998年にはJIS Z 3060「鋼溶接部の超音波探傷法」と整合性のある「鋼溶接部の超音波自動探傷方法」(JIS Z 3070) が制定された。

現在のAUTはほとんどが画像処理方式であり、当社は初期の段階より溶接継手の画像処理AUT化に地道に貢献してきている。

写真-1に箱桁全断面上向き溶接継手に採用したAUT施工状況を、図-4に画像処理AUT記録の例を示した。

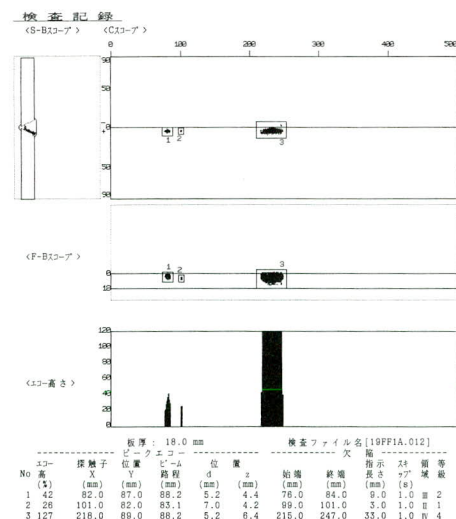
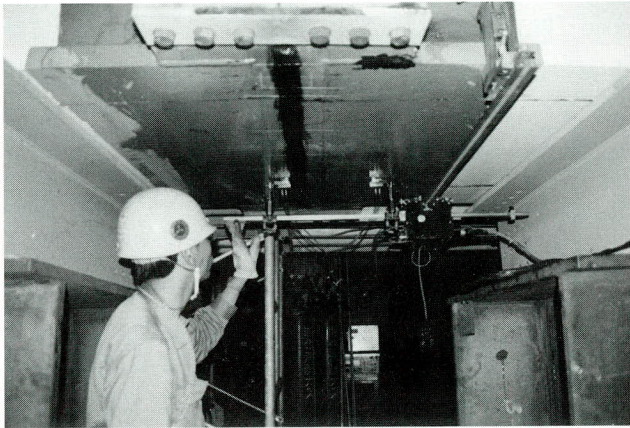


図-4 画像処理AUT記録の例

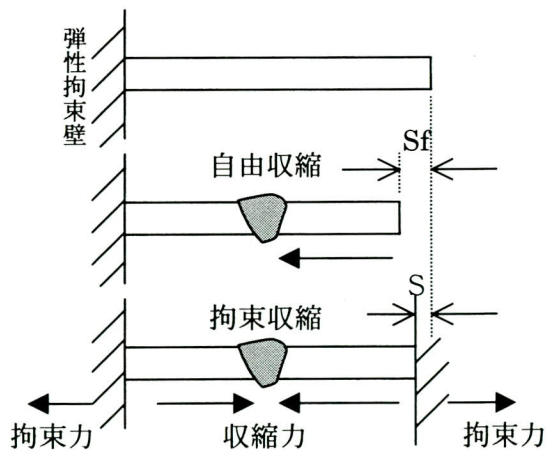
### 3. 現場溶接継手と溶接收縮と変形

溶接構造物においては溶接による収縮と変形の制御、およびその補正が重要な課題となる。工場溶接では溶接收縮を考慮した予長付加、溶接後の寸法切断、予ひずみ法、プレス矯正、ローラーベンディングおよび加熱矯正等の溶接收縮と変形の制御と矯正手段は多々あるが、現場溶接での寸法・形状確保としては製作時に予長付加、付加キャンバーを付けるか、現場で最小限の加熱矯正をする以外の方法がなく、現場溶接採用に当っては計画時の対策が重要となる。

本報では突合せ現場溶接における溶接收縮と変形の制御を主体にデータを基に記述する。



写真一 箱桁全断面上向き溶接継手におけるAUTの施工例



$$S / S_f = \alpha \text{ (拘束係数)} \leq 1.0 \quad \text{--- (1)}$$

図五 自由収縮と拘束収縮の模式図

#### (1) 溶接收縮について

一般に突合せ溶接継手の横収縮は継手の拘束度が大きくなると小さくなる（反面溶接残留応力は大きくなる）。全く拘束のない継手の横収縮量  $S_f$ 、実継手（拘束下）の横収縮量  $S$ 、継手の拘束係数  $\alpha$  の関係を図-5の模式図に示す。自由収縮量が大いにも拘わらず実継手の収縮量が小さい場合は、当然のことながら継手にかかる収縮応力は大きくなり、溶接割れ等の原因となることを忘れてはならない。また拘束度は必ずしも図-5のように構造的な拘束に限らず、継手の大きさ、板厚、開先形状および積層等に関連する自拘束も含まれることになる。

ウェブおよび下フランジがボルト継手で構成される鋼床版現場溶接においては構造的拘束が大きいため、鋼床版（上フランジ）横継手の溶接收縮により大きな曲げモーメントが働き、キャンバーに影響を与えるため、鋼床版溶接での溶接收縮量を予測することは重要である。突合せ溶接継手の横収縮量については多くの実験式が提案されている<sup>6)</sup>。鋼橋において比較的多く用いられている突合せ溶接横収縮量の実験式の一つにSpraragenの式がある<sup>7)</sup>。

$$S_f = a \times A_w / t + 0.05d \quad \text{--- (2)}$$

$S_f$ ：自由横収縮量 (mm) 開先内仮付け溶接程度で構造的な拘束のない継手

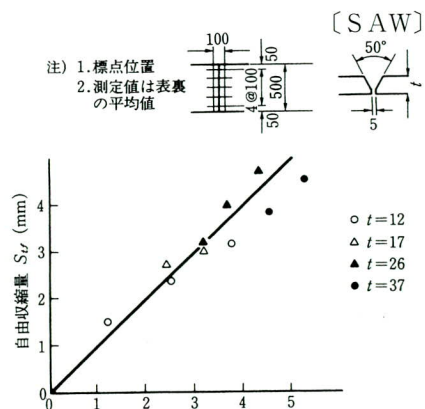
$A_w$ ：溶着断面積 (mm<sup>2</sup>)

$t$ ：板厚 (mm)

$d$ ：ルートギャップ (mm)

$a$ ：定数  $t < 25\text{mm}$  のとき  $a = 0.18$

$t \geq 25\text{mm}$  のとき  $a = 0.20$



図六 自由横収縮溶接試験の実験値と

Spraragenの式による横収縮計算値の関係

① 鋼床版継手の収縮量について

当社は、1972年に四国地方建設局新吉野川橋において本格的な鋼床版現場溶接の施工以来、必ず現場溶接継手の収縮量を測定してきた。多径間連続鋼床版箱桁の箱桁上フランジは板厚が厚くなり、溶着量が増大するため溶接収縮量も大きくなる。1984年、名古屋道路公社運河工区の5径間連続鋼床版箱桁橋梁の鋼床版現場溶接にあたり、12~37mmの鋼床版現場溶接（SAW片面自動溶接）を想定した平板試験体による自由収縮量測定試験（溶接継手長500mm、溶接角変形は拘束するが、溶接収縮には無拘束な自由収縮試験装置を用いた試験）を行った<sup>8)</sup>。

図-6に前述のSpraragenの式で算出した自由収縮量 $S_f$ と試験実測値 $S_{tf}$ の関係を示した。定数 $a=0.18$ では非常に良く一致している。(1)式で示したように継手の自由収縮量 $S_f$ 、拘束係数 $\alpha$ が決まれば実継手の収縮量が推定できる。継手の拘束度 $K_m$ は一般に継手の開先を1mm広げるに要する力(ton/mm)として定義されている。前述の運河工区鋼床版箱桁を用いた実物鋼床版溶接継手（下フランジとウェブ2/3の高力ボルト継手を仮締め）の拘束度 $K_m$ を求め、拘束係数 $\alpha$ との関係を求めた。測定要領を図-7に、測定結果を図-8に示す。鋼床版箱桁継手の拘束度は鋼床版（上フランジ）の板厚によって大きく変わる（60~120ton/mm）が、拘束係数 $\alpha$ は0.7~0.8に納まっている。従って、鋼床版箱桁の上フランジ継手では自由収縮量 $S_f$ を(2)式のSpraragenの式から求め、拘束係数を0.7として、(1)式より実継手の収縮量 $S$ を求め、後述する鋼床版現場溶接によるキャンパー変化を求めてもそれほど大きな間違いはないと思われる。

② 鋼床版現場溶接によるキャンパー変化

図-7に示したような構造的拘束を持つ継手を溶接すると、継手の溶接収縮によりキャンパー変化を生じる。その変化量 $\delta$ は継手の収縮量および継手を構成する部材の断面寸法をパラメーターとした幾何学的な変形の模式図から求められることが知られている。模式図を図-9に示す。

鋼床版箱桁の鋼床版（上フランジ）現場溶接を行う場合は予め、(3)式でキャンパー変化量を求め、その量がある程度大きい時は、製作時に付加キャンパーとして考慮しておくことが必要である。なお製作上の留意点として、現場溶接継手のルートギャップを許容値に納まるよう製作時の組立精度維持および工場溶接収縮量の制御を行うことが重要である。

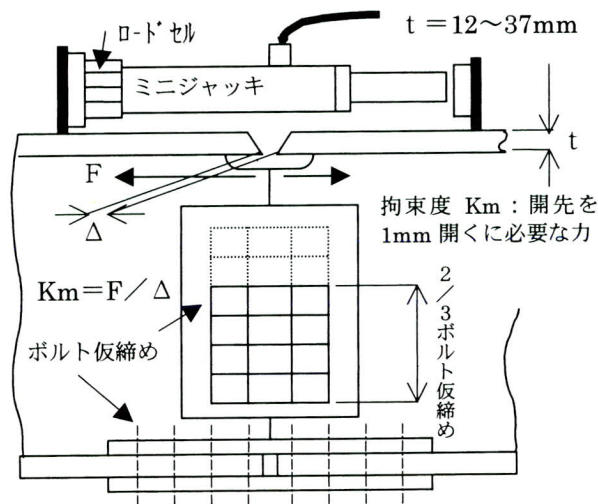


図-7 鋼床版箱桁継手の拘束度測定要領

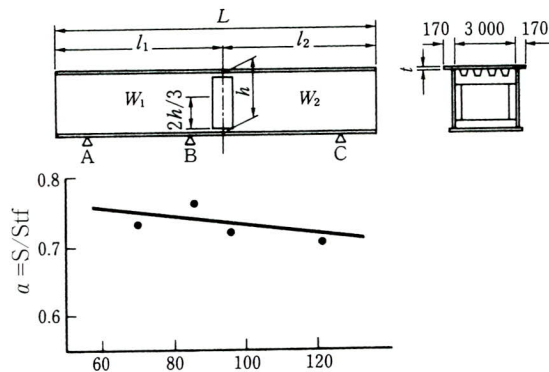


図-8 継手拘束度と、継手収縮量Sと自由収縮量 $S_f$ との比 $\alpha$ の関係

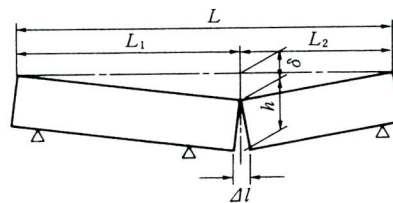


図-9 溶接収縮による幾何学変形の模式図

$$\delta = (L_1 L_2 / L) (S / h) \quad \text{--- (3)}$$

$\delta$  : 鋼床版現場溶接によるキャンパー変化量

S : 上フランジの溶接による継手の溶接収縮量

$L_1$ 、 $L_2$ 、Lおよびhは図-8の定義による

③ 全断面溶接継手の溶接収縮と形状変化

全断面溶接はほぼ全姿勢溶接となるため、同じ板厚、開先条件でも溶接入熱、パス数が異なり、溶接収縮量のバラツキは大きくなる。全断面溶接を想定した下向き、横向き、上向き、の各種溶接法における施行試験体（平板、L型および構造試験体）での溶接収縮量の実測値

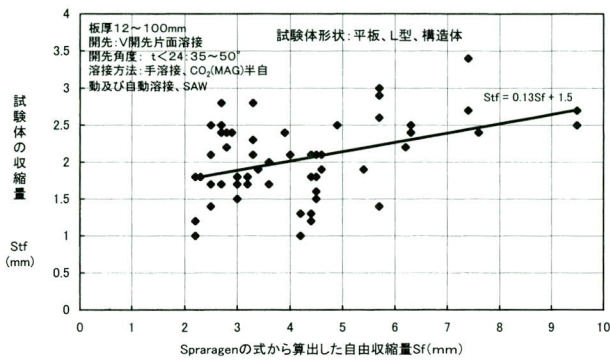


図-10 全断面溶接試験における溶接収縮と Spraragenの式から算出した収縮量の関係

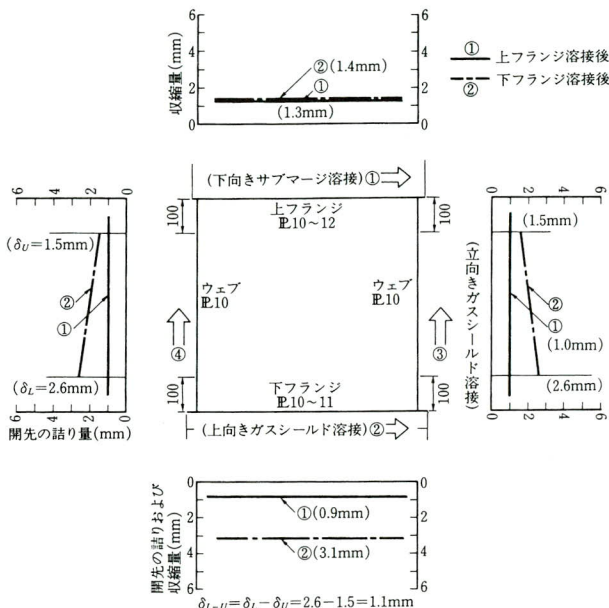


図-11 全断面溶接継手(16継手)実測結果に基づく溶接収縮のモデル

(Stf) と Spraragenの式から算出した自由収縮量 (Sf) の関係を図-10に示した。試験体そのものが無拘束でなく、Stfは自由収縮量といえないためか、図-6に示したSAW片面自動溶接のような実測値と算出値の一致は見られない。強いていえば $Stf = 0.13Sf + 1.5$ の相関が見られる程度である。いずれにしても板厚12~100mmの全断面溶接継手を想定した試験体での収縮量は1~3mm程度である。

箱桁タイプおよびI桁タイプの全断面溶接では、構造的拘束度の大きさにもよるが、上下フランジおよびウェブの溶接収縮が加算される。通常は板厚の比較的厚いフランジが先に溶接されるため、ウェブ継手のルートギャップは上下フランジの溶接により詰まる傾向にあり、予め配慮しておくことが必要である。

図-11に箱桁の全断面溶接継手の実績結果に基づく溶

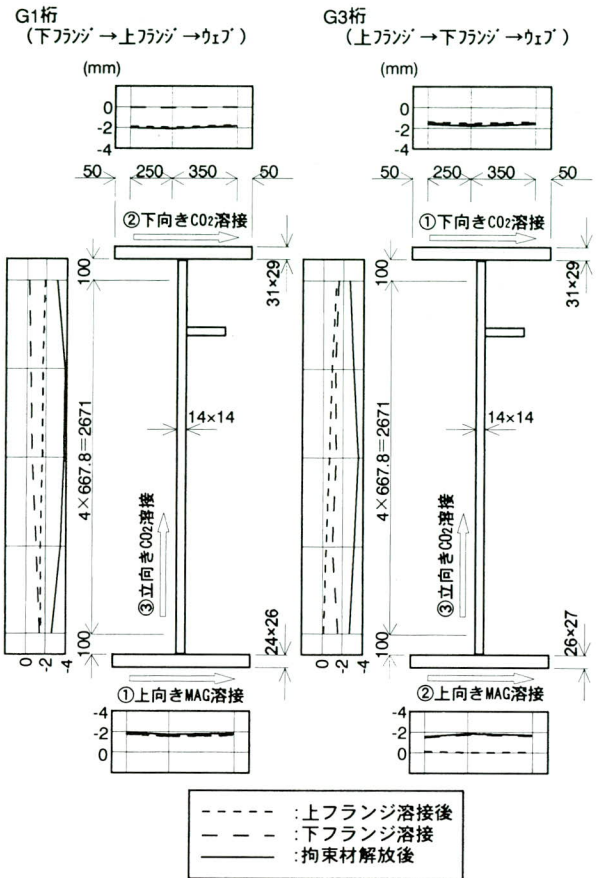


図-12 板桁全断面溶接における溶接収縮測定結果の例

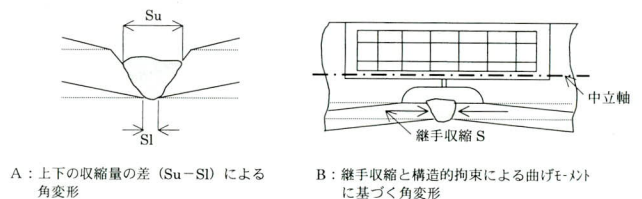


図-13 角変形発生現象の模式図

接収縮モデル<sup>9)</sup>を、図-12に板桁の全断面溶接における溶接収縮測定結果の例<sup>10)</sup>を示す。実橋全断面溶接での各継手の溶接収縮量は図-10の溶接試験体の溶接収縮量と大差なく、3mm以下である。また、溶接収縮による形状変化(キャンバー、横曲がり等)はフランジの溶接継手が上下にあるため、若干の溶接収縮の差はあるものの、無視できるものとなっている。なお、一般に小入熱溶接では溶接時にアーク点の前方は開先が詰まる傾向にあり、大入熱溶接では開先線のバイメタル効果で開先が開く傾向にある。前者においては開先ルートギャップが狭くなり、裏波が出難くなる傾向にあり、後者では高温割れの原因となることがあり留意すべき事項である。

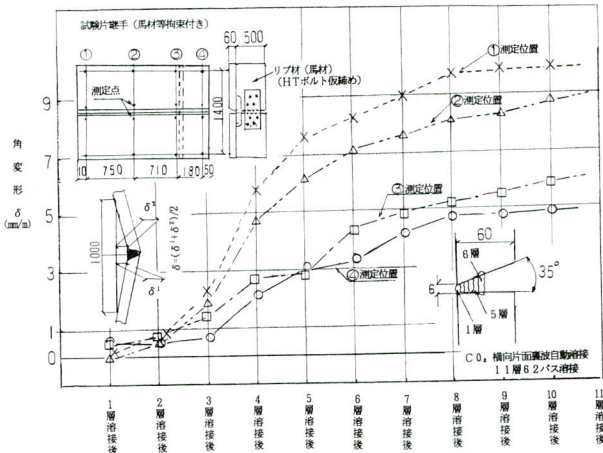


図-14 片面裏波突合せ溶接における角変形量の推移の例

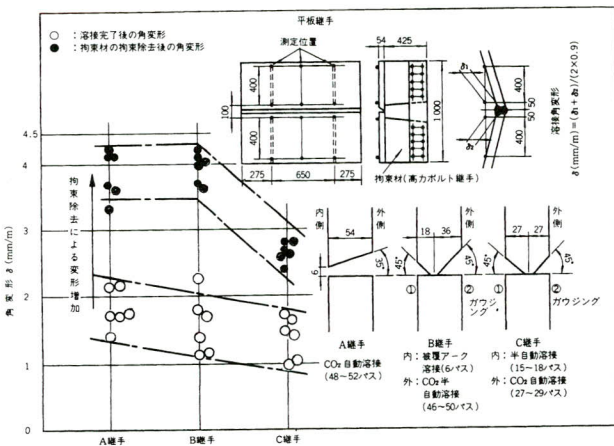


図-15 極厚板継手における片面溶接と両面溶接の角変形量の比較

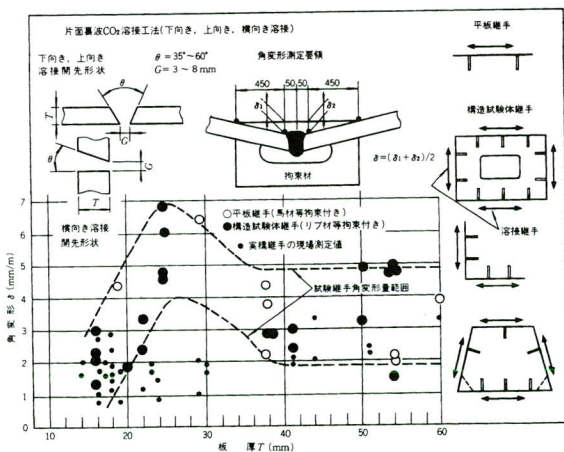


図-16 片面溶接における板厚と角変形量の関係

(2) 溶接角変形について

突合せ溶接継手の面外変形には、横曲がり（角変形）および縦曲がり変形があるが、現場溶接では主として継

手の角変形が問題となる。継手の角変形に関する多くの実験式が報告されているが<sup>6)</sup>、材質、板厚、開先形状、構造形式、溶接方法および溶接条件によってその変形状態は大きく異なり、一般的に変形量を予測することは難しい。一般に突合せ溶接の角変形は図-13のいずれかの現象で生じるものと思われる。図-13のBの溶接継手も溶接積層過程においてはAの角変形を生じており、リップ等の拘束程度によるが、通常の場合はAと同様な方向へ角変形を生じる。図-14に一部に拘束馬材を付けた厚板従って角変形量は大きくなっている。馬材の位置では図-13のBによる原理が働き弾性的な釣り合いで、角変形が少なくなっているが、馬材を取り外した場合は、ほぼ馬材がない場合の変形になることを留意する必要がある。図-15に拘束材（馬材）平板試験体を用いた片面溶接と両面溶接の角変形量の比較、および拘束材除去前後における角変形量の実測値を示した。両面溶接においては表面のガウジングを考慮した適正な開先形状をとることにより、拘束材除去後の変形を最小限にすることができる。図-16に片面溶接における各種試験体の板厚と角変形量および実橋での継手角変形量の関係を示した。板厚25mm程度までは板厚が増加することにより角変形量も増加しているが、25mmを超える板厚では前層の溶接ビードによる自拘束が増大し角変形量はほぼ一定となっている。また、実橋での角変形はバラツキが大きいものの3mm以下であり、板厚の増加により若干の増加が見られている<sup>11)12)</sup>。

4. おわりに

最近では鋼橋のトータルコスト縮減として少主桁化された合理化橋が採用されてきており、それに伴い、板厚100mmまでの厚板の現場溶接継手となっている。この溶接継手の内部品質検査として厚板での検出能力、検査作業の効率化などからAUTが採用されており、今後も厚板での検出能力、作業性や安全面で有利なAUTが更に採用されていくと思われる。また、厚板での溶接収縮や変形の制御が重要となり、現場溶接だけではなく工場製作においても、溶接収縮や変形の制御による部材精度、継手精度の向上が重要な課題である。

宮地鐵工所における鋼橋のヤード・現場溶接工法の技術的変遷として、前報では現場溶接施工の技術的変遷を、本報では非破壊検査および溶接収縮と変形の技術的変遷と考え方を纏めた。この報告により現場溶接技術の将来

への継承と、今後の更なる発展への糧とするものである。

#### 〈参考文献〉

- 1) 成宮他：宮地鐵工所における鋼橋のヤード・現場溶接工法の技術的変遷（その1），宮地技報，No15，1999
- 2) 成宮他：溶接継手の超音波探傷映像化方式の実用化研究—その1.部分溶込みかど継手の超音波探傷，宮地技報，No.1，1985
- 3) 櫃石島橋上部工架設工事JV：鋼床版現場溶接継手の自動超音波適用試験報告書1985.7 櫃石島橋上部工架設工事報告書
- 4) 仙田他：放射線透過試験と超音波探傷試験の溶接部欠陥検出比較について，非破壊検査 Vol32 No10，1983
- 5) 三木・成宮他：自動超音波探傷システムの板継ぎ溶

接部品質保証への適用の検討，鋼構造論文集 Vol11 No.4，1994

- 6) 木原他：溶接データブック，産報出版，1964
- 7) Spraragen：Welding Journal No.9，1947
- 8) 佐藤・成宮他：鋼床版箱桁現場溶接継手の変形実物モデル試験，橋梁と基礎 Vol118 No.10，1984.10
- 9) 成宮他：箱桁全断面溶接に用いる上向き片面自動溶接工法の開発と適用，宮地技報 No.4，1988
- 10) 村上他：少数主桁省力化工法における板桁（I断面）全断面溶接，宮地技報，No.13，1997
- 11) 成宮：景観を考慮した鋼橋の接合技術 橋梁と基礎 Vol.129 No8，1995.8
- 12) 成宮：鋼構造技術総覧 [土木編]，5.1溶接接合（社）日本鋼構造協会編，1998

2000.11.1 受付

### グラビア写真説明

#### 長野原めがね橋

長野原めがね橋は、ハッ場ダム建設事業の付替道路として整備する国道145号（全体延長11.2km）の最初の工事です。ハッ場ダムは、一級河川吾妻川の中流に利根川総合開発計画の一環として建設され、利根川水系の上流ダム群と相まって下流部の洪水被害を軽減するものです。

本橋は、吾妻峡と称される美観に配慮した西吾妻観光地域に相応しい形式として、2連のニールセンローゼ橋を選定しています。アーチの曲線がやわらかさを演出し、かつモニュメントとしての役割を果たします。また、橋脚形状も景観に配慮し、曲線部を設けています。

（関根）

#### 飛島高架橋西（鋼上部工）工事

日本道路公団名古屋建設局における鋼少数主桁橋への取り組みは東海大府高架橋を出発点として始まった。これを鋼少数主桁橋の第一世代とすると、飛島高架橋西（鋼上部工）工事は鋼少数主桁橋の第二世代としての役割を担った。

本橋においては、垂直補剛材の削減といったさらなる合理化・省力化構造の採用、スカーラップレス工法を採用した現場溶接、最大支間長91mへの鉸桁橋の適用、海岸部仕様の薄膜型重防食塗装系の開発、そして移動型枠支保工を用いた場所打ちPC床版の試験施工などといった、鋼少数主桁橋をもうひとつ上のステージに押し上げるための様々な取り組みを行い、これらの成果はJ H名古屋の鋼少数主桁橋の設計・施工指針（案）の改訂に反映されることとなった。

なお、本橋の設計・施工報告については、宮地技報No.14（1998）を参照されたい。

（生駒）



## グラビア写真説明

### 横尾大橋

長野県上高地は、自然を楽しむため多くの観光客が訪れる場所であり、またマイカー規制をするなど自然を厳しく保護しているところでもある。

横尾大橋は、上高地にある無補剛吊橋であり、幅員1.5mの歩道橋である。耐候性鋼材を使用するとともに、木製床版・木製高欄とすることで、大自然に調和するよう配慮しており、多くの観光客や登山客に親しまれる吊橋である。

(山田)

### 香椎アイランドシティ5号橋

現在、福岡市では臨海部の新たなまちづくりとして、アイランドシティを計画しています。アイランドシティは、博多湾東部海域に約406haの埋め立てを行い、港湾施設、サイエンスパーク、住宅用地及び緑地等の整備を行うものです。

本橋は、アイランドシティと福岡市東区雁ノ巣地区を結ぶ全長750mの海上部に架かる橋梁のメインの部分であり、海の中道海浜公園へのアクセス道路及び周辺地域の交通渋滞の緩和を図る為に建設されました。

橋梁型式は、周辺環境への配慮及びシンボル性などにより3径間バランスドアーチが採用されました。アーチライズ、主桁高さを低く押さえたスレンダーなプロポーションとなっており、周辺の風景とも調和がとれた美しい橋です。

(渡部)

### 常田新橋

上田市は、長野県の東部に位置し、上田城を中心に古くから歴史と伝統の町である。近年では、長野新幹線の乗降駅や上信越自動車道の上田ICの完成により流通の拠点となっている。

常田新橋は、千曲川に架かる常田・踏入側と小牧側を結ぶ多径間連続箱桁である。橋の中央部約100m間の歩道幅員を3.5mから6.0mに拡幅し、橋上モニュメントを設置し、上田市のランドマークとして地域住民に親しまれる橋として期待されている。

常田・踏入側は、上田城や小社寺など北国街道の町並みが広がる歴史と伝統の地域であり、小牧側は、学園都市・新産業都市としてこれからの未来を担う地域である。この2つの地域を結ぶ常田新橋は、上田の新時代を導く希望の架け橋である。

(山田)

### 常浪3号橋

常浪3号橋は、新潟県東蒲原郡上川村に位置し、ダムの建設により県道が水没してしまうために架けられた橋です。

本橋はケーブルクレーンによるベント併用張り出し工法で架設し、部材の上弦材、下弦材、垂直材および斜材を縦の面で地組し、最大張り出し長は約5.6mでした。以前からケーブルエレクション架設の現場をやっていた所長は「今回は地面からベントで支えているから安心だな。」と言っていました。実際5.6mの張り出しを目の前で見るとかなりの迫力がありました。

(西田)

## グラビア写真説明

### 南港中出入路鋼桁及び鋼製橋脚工事

本橋は、大阪市が計画した『テクノポート大阪計画』の中の埋め立てにより出来た「咲洲」に位置し、ここ大阪港はわが国を代表する中枢国際港湾でもあり、外内貿の物流拠点としての役割を果たしている地域でもあります。『テクノポート大阪計画』では、「咲洲」、「夢洲」、「舞洲」を建設し、国際物流センター、先端産業などの業務施設、住宅施設、下水処理場などが整備される予定になっており、新たににぎわう街造りが目の前まで来ています。2008年には、世界初の海上オリンピックメイン会場の候補地としても活動を進めるなど、今までは、「咲洲」を大阪府道高速湾岸線が通っているものの、この「咲洲」に出入路がなかった為これら大阪港の諸機能を有機的に結ぶ為、必要不可欠なランプでもありました。これからは、この阪神高速湾岸線は元より、大阪市建設のいくつかの連絡橋ならびに将来建設予定の夢洲トンネルなど、大阪港を支える大動脈となる予定で、今後益々、本橋の出入路が海外の人も含め国際利用される日は近い…！！

(加藤)

### 小牧（その1）工区上部工事

県道名古屋小牧線（名濃道路）は、名古屋高速道路の楠JCTから名神高速道路の小牧ICまでを南北に結ぶ新規の路線で、全てを国道41号線上での高架方式を採用しています。

当社が施工した小牧（その1）工区は、名濃道路のほぼ中間地点に位置します。

交通量の多い国道41号上での作業のため、夜間作業が多く、安全には特に留意して作業を進めました。

(菊池)

### 平瀬橋

国道147号線は、松本市と安曇野地方を結ぶ主要幹線道路であるが、近年の交通量の増大により通年を通して慢性的な渋滞を引き起こしている。この渋滞を解消すべく、また上田地方とのアクセスをスムーズにするため、国道147号線のバイパスとして高家（たきべ）バイパスが計画されました。平瀬橋は、この高家バイパスの一部として松本側の玄関口に位置します。

平瀬橋は、奈良井川を1径間で渡る鋼斜張橋であり、主桁・主塔とも鋼製であることは、長野県ではめずらしい形式です。平瀬橋の形状は、国道19号線につながることから、路面高を国道と変えないことや河川断面より桁高を低く押さえなければならないことから決定しました。主塔は、兜の鍬形をイメージしており、雄大な北アルプス連峰に反映し、素晴らしい景観を写し出しています。

(山田)

### 藁科川橋東（鋼上部工）工事

本工事は日本道路公団静岡建設局が建設する第二東名高速道路において初めて発注された鋼上部工事である。本橋は17.51mという広幅員に場所打ちPC床版と鋼2主桁橋を組み合わせた構造形式が採用され、その床版支間長11mは我が国では過去にまったく例を見ない画期的なものである。また、箱桁にはプレストレスを拘束しにくい開断面が採用された。

このような構造を実現するために、設計法の整備はもとより、実物大の模型を用いた実験検証、大規模な移動型枠支保工設備の開発、ハーフプレキャスト工法（PCF床版）の開発など、社内の英知を結集した対応を行い、第二東名高速道路のパイロット工事としての責任を果たしてきたものと自負している。

現在、本橋は鋼桁架設の最盛期を迎えているが、長支間場所打ちPC床版の施工は平成13年春頃から開始される。技術者必見の現場となること請け合いである。

(河西)

## グラビア写真説明

### 椿原橋（鋼上部工）工事

椿原橋は、橋軸方向および橋軸直角方向にプレストレスされたコンクリート床版（以下、PC床版という）と鋼トラス部材で構成された3径間連続複合トラス橋で、PC床版にトラス上弦材としての機能を持たせ、さらに縦桁、横桁、上横構などの床組部材を省略した合理化トラスです。

本橋では張り出し架設時に、PC床版と上弦材をスタッドにより逐次合成させながら施工を進める工法を計画していますが、床版コンクリートにプレストレスを導入する際、トラス部材が抵抗して有効プレストレス量が減少しないようにスタッド部分を箱抜きし、プレストレス導入後に箱抜き部のコンクリートを打ち込むことにしています。

本工事では実橋の1/2.2の床版3パネル試験体を製作し、上記施工方法の効果とスタッドを介した応力伝達状況を確認するとともに、疲労耐久性および終局荷重に対する安全性の確認を目的とした実験を実施しました。試験機は建設機械化研究所所有の大型疲労試験機（静的荷重±600tf、動的最大荷重振幅400tf）を使用しています。

（永山）

### 晴海一丁目地区第一種市街地再開発事業（西地区）

#### 第1工区施設建築物新築工事（Z棟）

「晴海アイランドトリトンスクエア」は現在晴海一丁目地区で進められている再開発事業の複合都市である。約100,000㎡の敷地に超高層ビル三棟（X、Y、Z棟）を建て、オフィス、商業施設、住宅棟も併設している。

当社施工のZ棟は、最近の超高層ビルには珍しく、柱には極厚H形鋼を使用しており、材質もSA440C、SA440B、SN490C（TMCP）と高級材が使用され、また、エネルギー吸収部材としてアンボンドブレースを使用している。

鉄骨工事も平成13年にはほぼ完了した。

（当社施工 地下鉄骨、地上1,2,7,8,11～13節）

（小松）

### 東京大学医学部付属病院病院棟新営工事

東京大学本郷の不忍池に向って矢印形の建物がしゅん功しようとしている。21世紀の医療を目指す東京大学医学部付属病院の病院棟である。病棟数564室、1046ベッドの国内でも最大の病室のみの建物である。

鉄骨もBOX柱、パイプ柱、オイルダンパーを使用しての制震ブレースと安全を重視した構造で、ファブ8社で製作を行い、平成13年3月に上棟した。

（当社施工 地下1節、5～7階4節）

（小松）

### NEC玉川ルネッサンスシティ（I）

東京駅から横須賀線に乗って横浜方面にしばらく行くと、多摩川を渡る辺りから左側に、周囲のビルや民家から一段と高く抜き出た高層ビルが見えてくる。電車は、あたかもこのビルを見るために走っているかのように右側面からゆるやかに左へカーブして正面を横にして過ぎていく。建物の周囲が広大な空地となり木や花が見事なまでに配置されていて、近代ビルが周囲の自然環境やゆとりと見事に調和された新しい姿が感じられる。エコロジービルを目標とし日射負荷を考慮したコア配置、外壁の高断熱性、エアフローウィンド等建物の運用エネルギーが40%、ライフサイクルCO2が35%、各々一般のビルに比べて削減されているという事である。

建方工法はコンピューターとロボットを使った全自動ビル建設システムの初めての実用化であった。鉄骨柱のレベルを1通り置きに変えた事が思い出に残っている。

（西原）