建築鉄骨における高強度鋼の溶接技量に関する基礎的研究
その 6：板厚 40 ㎜における基礎試験の概要と試験結果 1

正会員　○吉澤幹夫[*1]　同　緑川　功[*1]　同　椿　英顕[*2]
同　中平和人[*2]　同　新居　努[*3]

高強度鋼　溶接技量　AW 検定
溶接技量試験　溶接条件

1　はじめに

AW 検定協議会 - 西日本 - 研究評価委員会では，高強度鋼の溶接技量試験の適正化を検討するための基礎資料を得ることを目的とした基礎的研究を 2012 年度から行っている．昨年度の学術講演ではアンケートによる実態調査と板厚 19mm における基礎試験を報告した（参考文献）．

現行の AW 検定では板厚 19mm の試験体で行っており，アンケート結果によれば AW 検定結果をもって板厚 40mm の厚板までを適用範囲としている設計者と監管理者の数は回答者数の 89%を占めた．そこで板厚が高強度鋼の溶接技量に与える影響を調査するために，板厚 40mm の試験体を用いて AW 検定に準拠する基礎試験を実施したので，本報以下 4 編で報告する．参考文献は（その 9）に記す．

2　基礎試験の概要

2.1　試験の目的

図 6.1 に示されるように，溶接ワイヤの突出し長さを 25mm とすれば 40mm 試験体においては初層溶接時に溶接トーチのノズル先端が開先内に埋没する．溶接技能者は初層の運棒に際して溶接ワイヤ先端位置のみならず，開先内のトーチについてもその位置と形状寸法を常に意識しておかねばならず，溶接の難易度が高いと考えられる．この点が 19mm 試験体と比べて溶接施工性で大きく異なっている．さらに 40mm 試験体では 19mm 試験体に比べて溶接の積層数・パス数が多く，溶接技能者は長時間にわたって集中力を強いられることになる．

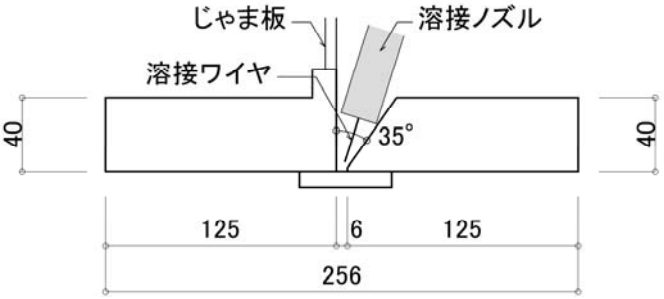


図 6.1　40mm 試験体の初層溶接時

基礎試験は以下に着目し，AW 検定に準拠する試験とした．

・昨年度報告したアンケート調査結果で使用頻度が高いと判った高強度鋼である 550N 級鋼と 590N 級鋼を対象として，溶接ワイヤには YGW18 と旧 YGW21 を使用する．鋼材および溶接ワイヤの違いが溶接技量に与える影響を検討する．

・40mm 試験体と 19mm 試験体の結果を比較することにより，板厚の違いが溶接技量に与える影響を検討する．

・溶接部で最も欠陥が出やすく溶接技能者の技量が表れる初層の溶込みに着目し，底面の全線マクロの観察と分析により，鋼材・溶接ワイヤ・溶接姿勢・溶接技能者による違いが溶接技量に与える影響を検討する．

2.2　試験のパラメータ

基礎試験の計画表を表 6.1 に示す．19mm 試験体の結果については昨年度報告したが，この中で YGW18 を用いる場合，490 N 級鋼と 550N 級鋼では有意な影響を認められなかったことから，490 N 級鋼の 40mm 試験体については実施しない方針とした．溶接技能者のプロフィールを表 6.2 に示す．溶接技能者はいずれも AW 検定有資格者で，高強度鋼材の実績が十分豊富な技能者 A，ある程度実績がある技能者 B，実績のない技能者 C2 の 3 名である．

表 6.1 基礎試験計画表

試験体	試験鋼材	板厚	溶接ﾜｲﾔ	ｴﾝﾄﾞﾀﾌﾞ	姿勢		溶接技能者		
111	490N級鋼	19	YGW18	鋼製	F	H	A	B	C1、C2
~~121~~		~~40~~	~~YGW18~~	~~鋼製~~	~~F~~	~~H~~	~~A~~	~~B~~	~~C2~~
211	550N級鋼	19	YGW18	鋼製	F	H	A	B	C1、C2
212		19	旧YGW21	鋼製	F	H	A	B	C1、C2
221		40	YGW18	鋼製	F	H	A	B	C2
222		40	旧YGW21	鋼製	F	H	A	B	C2
312	590N級鋼	19	旧YGW21	鋼製	F	H	A	B	C1、C2
322		40	旧YGW21	鋼製	F	H	A	B	C2

表 6.2 溶接技能者のプロフィール

技能者	年齢	経験年数	AW資格取得年度	高強度鋼材経験度合い	前職	利き腕
A	38	7	2008	豊富	ﾌﾟﾗﾝﾄ溶接	右
B	36	2	2014	経験有	造船溶接	右
C2	26	2	2013	経験無	仮付溶接 ｻﾌﾞﾏｰｼﾞ溶接	右

3　試験体および試験項目

試験体の形状および寸法を図 6.2 に示す．試験体は AW 検定協議会の工場溶接鋼製エンドタブの F 姿勢,H 姿勢の試験体に準じている．AW 検定よりも試験項目を増やす必要から，溶接線方向を 54mm 拡幅している．

試験は立会→外観検査→放射線透過試験→マクロ試験→硬さ試験→機械試験の順で行う．硬さ試験はマクロ試験片 1 と兼用とし，その内面側で行う．硬さ試験の計測

Basic study on welders skills in welding the high-strength steels in steel structure buildings　Part1:Outline of the basic examination in the case of 40-mm-thick test piece and Results (1)

YOSHIZAWA Mikio[*1], MIDORIKAWA Isao[*1], TSUBAKI Hideaki[*2], NAKAHIRA Kazuto[*2], ARAI Tsutomu[*3]

は，母材 6 点，溶接金属中心部 6 点，ボンド部 2 点，熱影響部 6 点の合計 20 点で行った．通常の AW 検定と異なり，初層ビードの溶込み状態を確認するため，機械試験用試験片の切断に先立って底面全線マクロ写真を記録し，ルート部の溶込み波形の詳細な検討を行った．

機械試験は裏曲げ試験・表曲げ試験とし，引張試験と衝撃試験については後日必要に応じて実施できるように対応した．合否判定基準は通常の AW 検定に準じた．

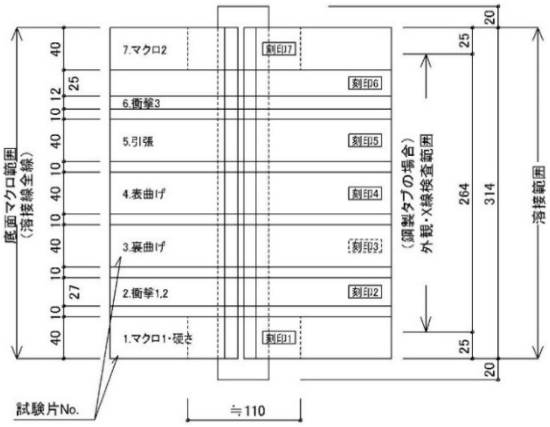


図 6.2　試験体の形状・寸法

4　試験結果概要

F 姿勢・H 姿勢の試験結果を表 6.3 に示す．合否判定は全試験体が合格であった．表中の着色部分は，何らかの欠陥が検出されたことを示している．

4.1　外観検査・マクロ試験

F 姿勢・H 姿勢とも外観検査および両端部マクロ試験は全試験体で良好であった．また割れも全く無かった．

4.2　放射線透過試験（以下 RT）

技能者 C2 で F322 のみ 1 種 1 類ブローホールの許容欠陥が検出されたが，他の試験体では検出されなかった．

4.3　底面全線マクロ

4.3.1　F 姿勢底面全線マクロ

技能者 A では F222，技能者 B・C2 では F222，F322 で許容欠陥が認められた．試験体 F221 では合否判定範囲で殆ど欠陥が認められないのに対して，溶接ワイヤに旧 YGW21 を使用した F222，F322 では許容欠陥が認められた．特に技能者 B・C2 での F222，F322 いずれも中央部付近に溶け込み不良と考えられる 3.0～4.3mm のやや大きな許容欠陥が認められた．中央部付近に設置されたじゃま板により溶接線が不連続となる部分の許容欠陥であり，19mm 試験体とは異なった傾向となっている．板厚が厚くなったことで開先が見えにくくなることや運棒が不自由になること等の影響が要因として考えられる．

4.3.2　H 姿勢底面全線マクロ

技能者 A では全試験体で欠陥が認められなかったが，技能者 B では H322，技能者 C2 では H221，H222 で許容欠陥が認められた．一方昨年報告した 19mm 試験体では技能者 A～C2 の全試験体で欠陥が認められていない．

4.3.3　底面全線マクロと RT 結果について

F 姿勢の底面全線マクロでは平面的には比較的大きいが深さは浅い許容欠陥が認められたものの RT 結果では検出されなかった。これは 40mm 試験体では X 線の感度が低下するため検出されなかったものと考えられる．

5　まとめ

溶接ノズル位置が開先内となる厚板の溶接では，トーチの稼働範囲が狭い条件で溶接ワイヤの突出し長さを一定に保持しつつ十分な溶融のため確実な運棒が求められることから溶接技能者の経験に依存する．経験を重ねた技能者は運棒の動きの中で修正を行っている．

機械試験の結果は（その 7）で報告する．

表 6.3　試験結果一覧

	F姿勢												H姿勢											
技能者	試験パラメータ	外観	X線	底面全線マクロ	硬さ Hv	1 マクロ	3 裏曲げ	4 表曲げ	7 マクロ	8 割れ	合否		試験パラメータ	外観	X線	底面全線マクロ	硬さ Hv	1 マクロ	3 裏曲げ	4 表曲げ	7 マクロ	8 割れ	合否
A	F221	○	○	0.6	206	○	○	○	○	○	○		H221	○	○	○	227	○	○	○	○	○	○
B		○	○	○	215	○	○	○	○	○	○			○	○	○	230	○	IP 0.2 SI 0.6	○	○	○	○
C2		○	○	0.5,0.9,5.7	214	○	○	○	○	○	○			○	○	0.3×2, 0.3×2 0.4×2	221	○	SI 0.7	○	○	○	○
A	F222	○	○	1.0, 2.5	240	○	○	○	○	○	○		H222	○	○	○	237	○	○	○	○	○	○
B		○	○	3.0	229	○	○	○	○	○	○			○	○	○	225	○	○	○	○	○	○
C2		○	○	4.3	218	○	○	○	○	○	○			○	○	0.3, 0.4×2 0.4, 0.5	229	○	○	UC 1.4	○	○	○
A	F322	○	○	○	234	○	○	○	○	○	○		H322	○	○	6.3	248	○	○	○	○	○	○
B		○	○	3.0	236	○	○	C 0.3	○	○	○			○	○	0.4,0.5	247	○	○	○	○	○	○
C2		○	○ 1種1類	0.3×3,0.5,0.6 4.3,0.5,2.3	234	○	IP 0.4	○	○	○	○			○	○	○	234	○	○	○	○	○	○

底面全線マクロについて赤字はじゃま板付近の許容欠陥、青字は判定範囲外の許容欠陥を示す。

＊1　日建設計
＊2　竹中工務店
＊3　大林組

＊1 NIKKEN SEKKEI LTD.
＊2 TAKENAKA Corporation
＊3 OBAYASHI Corporation

建築鉄骨における高強度鋼の溶接技量に関する基礎的研究
その 7：板厚 40mm における基礎試験の試験結果 2

正会員　○緑川　功[*1]　同　吉澤幹夫[*1]　同　椿　英顕[*2]
同　中平和人[*2]　同　新居　努[*3]

高強度鋼　溶接技量　AW 検定
溶接技量試験　溶接条件

1　はじめに

（その 7）では，40mm 試験体の機械試験の結果と溶接状況に関する考察を述べる．

2　機械試験結果概要

2.1　硬さ試験

試験体ごとの硬さ試験結果を図 7.1 に示す．縦軸はビッカース硬さ，横軸は表面から深さ 1mm の合計 20 ポイントの硬さ試験実施位置である．両姿勢とも，鋼材・ワイヤ強度が高いほど硬度が高くなる傾向にある．最大硬さは Hv250 以下であり，また BOND 部から HAZ 部にかけての急激な硬度上昇はほとんどない．一方， 19mm 試験体の結果との特徴的な差はみられない．

2.2　裏曲げ試験

（その 6）表 6.3 の 40mm 試験体の試験結果一覧より F 姿勢では許容欠陥が F322 に 1 箇所見られた．19mm 試験体では 4 か所許容欠陥が発生しており，40mm 試験体の方が少なくなっている．裏曲げ試験は初層の影響が大きいことから 40mm で許容欠陥が多数あった底面全線マクロ結果とは一見不整合な結果となるが，底面全線マクロの許容欠陥の多くはじゃま板付近の中央部に発生しており，裏曲げ試験体の採取位置は図 6.2 に示すように中央から離れた部分であることから矛盾しない．従ってじゃま板のない一般部分では板厚による影響はないと考えられる．

H 姿勢では 40mm 試験体では許容欠陥が 3 か所みられた．19mm 試験体では全く欠陥がなかったことから板厚による影響があるとみられる．一方，40mm 試験体では H211 で発生していることから鋼材，ワイヤの影響はないと考えられる．

2.3　表曲げ試験

表 6.3 より 40mm 試験体では F 姿勢では許容欠陥が 1 箇所見られた．19mm 試験体では数か所みられ，40mm 試験体の方が少なくなっている．板厚による影響はないと考えられる．

H 姿勢では 40mm 試験体で 1 箇所許容欠陥が見られた．19mm では許容欠陥が多数みられ，40mm 試験体の方が少なくなっている．板厚による影響はないと考えられる．

2.4　機械試験のまとめ

機械試験結果より板厚の影響は H 姿勢の初層に対し若干の影響がみられるものの技量に及ぼす影響は小さいと考えられる．

3　溶接条件に関する考察

F 姿勢 H 姿勢それぞれにおいて，横軸をパス数として技能者ごとに溶接条件をまとめたものを図 7.3 および図 7.4 に示す．

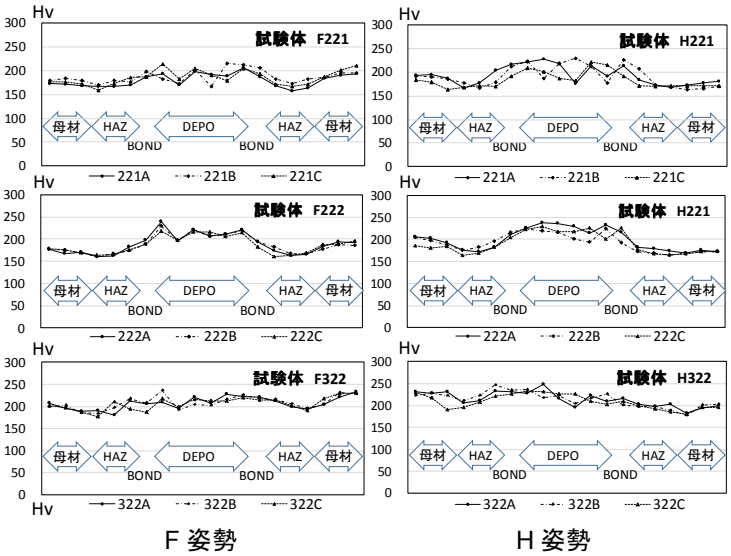
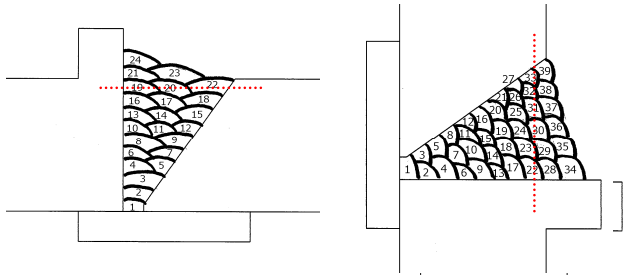


図 7.1　硬さ試験結果



F 姿勢　12 層 24 パス　　H 姿勢　10 層 39 パス

図 7.2　40mm 試験体積層図の一例

Basic study on welders skills in welding the high-strength steels in steel structure buildings Part7: Results (2) of basic examination in the case of 40-mm-thick test piece

MIDORIKAWA Isao[*1],YOSHIZAWA Mikio[*1]
TSUBAKI Hideaki[*2],NAKAHIRA Kazuto[*2]
ARAI Tsutomu[*3]

積層は，図 7.2 に示すように F 姿勢で 12 層 23 パスから 13 層 28 パス，H 姿勢で 10 層 36 パスから 40 パスで技能者により多少異なっているが同一技能者ではほぼ同じ積層となっている．

3.1　F 姿勢溶接条件に関する考察

アーク電圧は，全試験体において各溶接パスともほぼ一定値で 35V 程度である．溶接電流も，全試験体において各溶接とも 300A 程度である．電圧電流とも 19mm 試験体の場合とほぼ同様である．

溶接速度に関しては，技能者 A･C の場合，試験体に関わらず概ね同じ分布になっているが、技能者 B では試験体による分布形状が若干異なっている．入熱量の分布形状についても同様の傾向である．19mm 試験体の場合は技能者ごとに分布形状がほぼ一致していたのとは対照的である．

3.2　H 姿勢溶接条件に関する考察

アーク電圧は，全試験体において溶接パスに対して概ね 30V～35V の範囲である．溶接電流は，全試験体において概ね 250A~300A の範囲で 19mm 試験体の場合に比べ，若干電圧は高く，電流は低い傾向を示す．

溶接速度は，各技能者の試験体ごとの溶接速度の分布形状は 19mm 試験体の場合ほど一致は見られない．これは積層数が多いため仕上げビードに向けて形状を整えていく過程で溶接速度が影響を受けたものと考えられる．

入熱量に関しては各技能者とも初層を除き 10kJ/cm 前後となっている．

3.3　溶接条件に関する考察のまとめ

各姿勢とも全試験体において，最終溶接パスまでの総入熱量は，概ね 400 kJ/cm 程度となっている．また各技能者において，パスごとの総入熱量の分布は試験体に関わらずほぼ同様である．

19mm 試験体の場合，鋼材強度やワイヤの強度が変わっても，一技能者の中ではほとんど有意な差が見られなかったが，40mm 試験体では若干の差が見られた．特に H 姿勢でこの傾向が強く板厚の大きさによる開先の見えづらさや運棒の不自由さに影響しているものと考えられる．ヒアリングによると特に技量の高い技能者 A の場合，運棒はあまりさせないで溶接を行っているとのことであるが，このことが厚板の場合でも欠陥が少ないことにつながっていると考えられる．

結論は（その 9）にてまとめて示す．

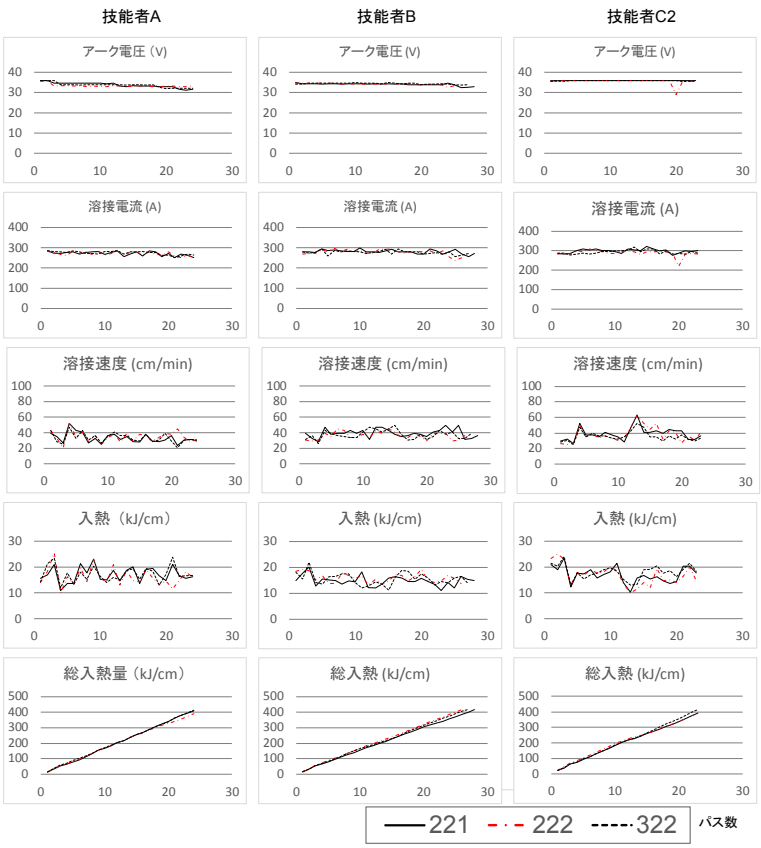


図7.3　F姿勢　溶接技能者別　溶接条件まとめ

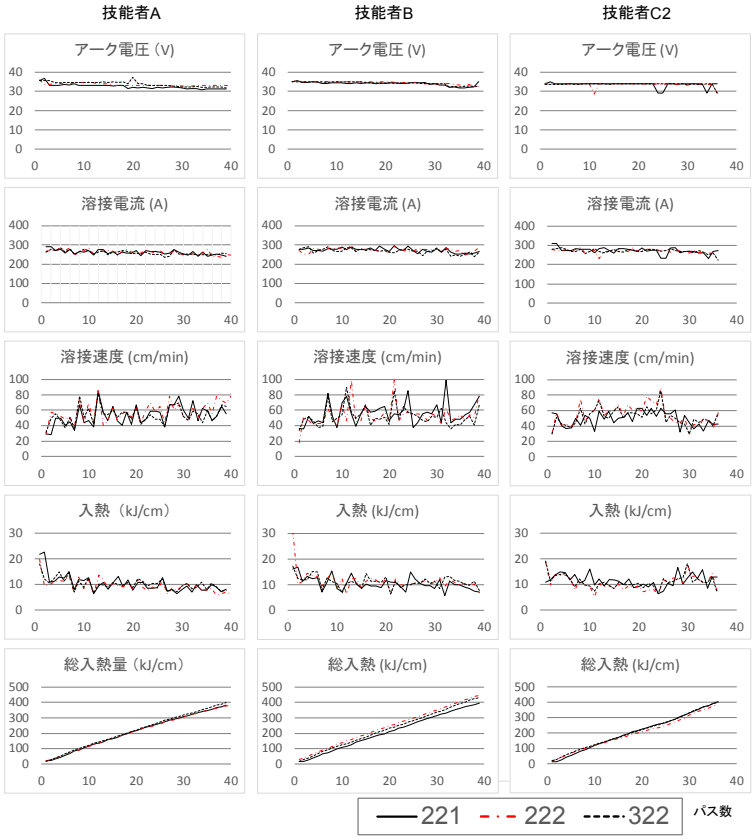


図7.4　H姿勢　溶接技能者別　溶接条件まとめ

＊1　日建設計
＊2　竹中工務店
＊3　大林組

＊1 NIKKEN SEKKEI LTD.
＊2 TAKENAKA Corporation
＊3 OBAYASHI Corporation

建築鉄骨における高強度鋼の溶接技量に関する基礎的研究
その8：板厚40mmにおける基礎試験体の底面全線マクロ溶込み波形の分析 1

正会員　○椿　英顕[*1]　同　中平和人[*1]　同　吉澤幹夫[*2]
同　緑川　功[*2]　同　新居　努[*3]

高強度鋼　　溶接技量　　AW 検定
底面マクロ　　フーリエスペクトル

1　はじめに

（その 8）では，溶接欠陥のもっとも発生しやすく，溶接技量の差違が顕著に表れる初層の底面全線マクロ溶込み波形について考察する．40mm 試験体においては，初層溶接時に溶接トーチ先端ノズルが開先内に埋没するので，19mm 試験体と比べ運棒自由度が減少し，難易度が高くなることについては，（その 6）にて述べた通りである．

2　40mm 試験体の底面全線マクロの溶込みに関する考察

2.1　40mm 試験体の底面全線マクロの溶込み波形

40mm 試験体の底面全線マクロ写真の一例を図 8.1～図 8.4 に示す．各図中 2 本の波形のうち，上側が開先側，下側が壁側の溶込み波形である．下向姿勢においては開先を手前側とし，壁に向かって溶接するので，波形の左側が始端，右側が終端である．横向姿勢では壁を下面，開先を上にして溶接するので，下向姿勢とは逆に，波形の右側が始端，左側が終端となる．波形取込みおよび AD 変換の条件は，19mm 試験体と同様である．

19mm 試験体では，壁位置・開先先端位置を試験体の溶接前計測値に基づき定めたが，40mm 試験体は溶接による収縮が 19mm 試験体よりも著しいので，開先先端位置を特定するための底面のルート間隔は，溶接前のルート間隔測定値から試験体全長の収縮量を減じた値とした．これは，主たる収縮が開先内で生じるためである．

19mm 試験体と同様に，壁側および開先側での溶込み量や溶込み状況を技能者ごと・パラメータごとに確認した．

2.2　40mm 試験体の F 姿勢底面全線マクロの溶込み波形

F 姿勢のビード幅・ビード中心の変動・開先側溶込み量・壁側溶込み量を，図 8.5～図 8.8 にそれぞれ示す．

ビード幅をみると，19mm 試験体ではワイヤが高強度となるに従って，より小刻みにウィービングしている傾向が見られたが，40mm 試験体ではそれほど顕著ではない．またビード中心の変動についても，19mm 試験体ではワイヤが高強度となるに従って変動幅が大きくなっているが，40mm 試験体ではそれほど顕著ではない．19mm 試験体においては，溶接技能者が，旧 YGW21 を「硬い」「粘い」と感じ，十分な溶込みを確保すべく，運棒を小刻みに動かすとともに，大きく振る動作を意識的に行っていたと思われるが，40mm 試験体ではその傾向がみられない．これは，40mm 試験体ではノズル先端が開先内に埋没するので，ワイヤ先端を大振幅で動かす運棒自由度がないためである．

ビード幅やビード中心の変動については，技能者による顕著な差違はあっても，ワイヤや鋼材強度による有意な影響は 19mm 試験体の時ほどは認められなかった．

溶込み量は，技能者 B・C の大半の試験体において，試験体中央部で壁側の溶込みが若干少ない．これは 19mm 試験体と同様，中央部で一旦溶接が中断するためである．

梁幅中央部のじゃま板を挟んで始端側と終端側では，

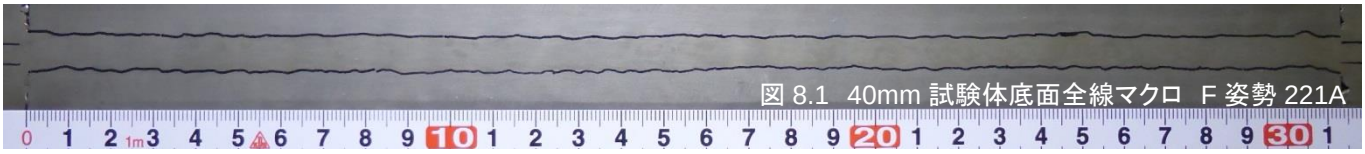


図 8.1　40mm 試験体底面全線マクロ　F 姿勢 221A

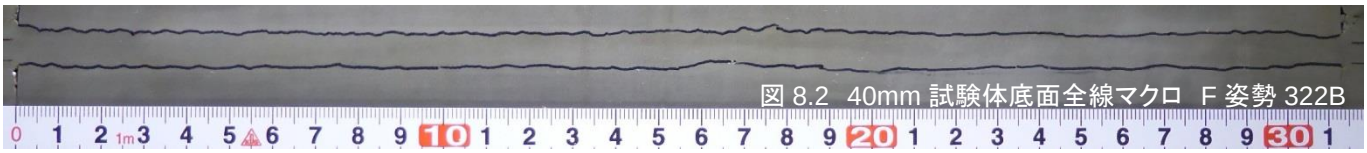


図 8.2　40mm 試験体底面全線マクロ　F 姿勢 322B

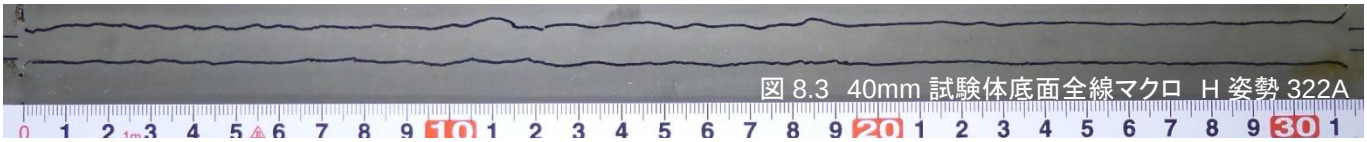


図 8.3　40mm 試験体底面全線マクロ　H 姿勢 322A

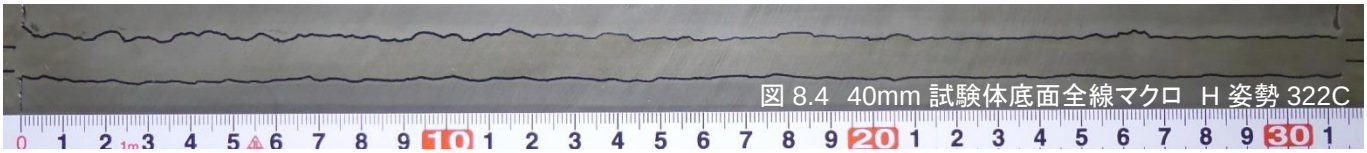


図 8.4　40mm 試験体底面全線マクロ　H 姿勢 322C

Basic study on welders skills in welding the high-strength steels in steel structure buildings
Part 8: Analyzation (1) of wave pattern of root pass penetration in the case of 40-mm-thick test piece

TSUBAKI Hideaki[*1], NAKAHIRA Kazuto[*1],
YOSHIZAWA Mikio[*2], MIDORIKAWA Isao[*2],
ARAI Tsutomu[*3]

全般的に始端側よりも終端側のほうが壁側の溶込み波形　が安定している．この傾向は鋼材や溶材の強度にはあまり関係がない．開先側の溶込みは，技能者 A が安定しているのに対し，技能者 B・C2 はじゃま板前後で様相が異なる．特に技能者 C2 は中央部で意識的に溶込みを増やそうと運棒しているが，後半になると溶込みは徐々に減少する．

壁側の溶込みは，技能者 A・B が安定しているのに対し，技能者 C2 は不安定で，とくに旧 YGW21 を用いた際の溶込みが前半で不十分となる傾向がある．技能者 C2 の中央部の溶込みはワイヤ強度によらず十分ではない．

また，全般的に開先側への溶込みは高強度になるに従い少なくなっている．

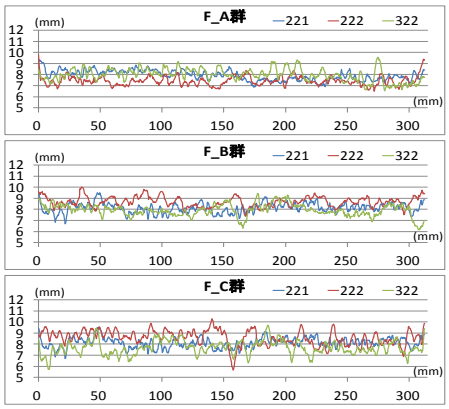


図 8.5　底面ビード幅　F 姿勢

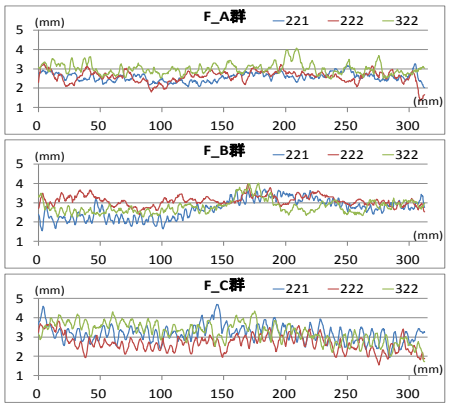


図 8.6　ビード中心の変動　F 姿勢

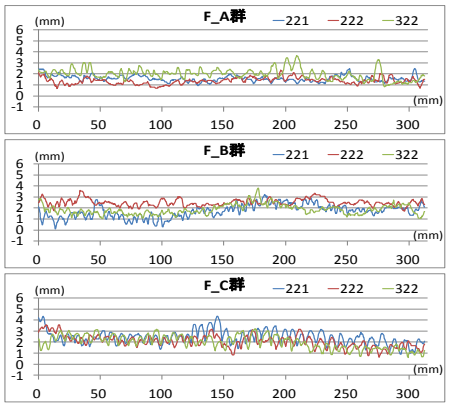


図 8.7　開先側溶込み量　F 姿勢

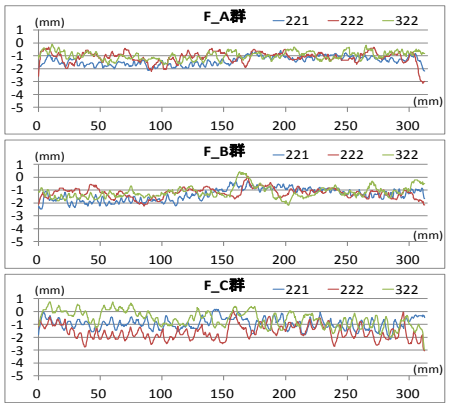


図 8.8　壁側溶込み量　F 姿勢

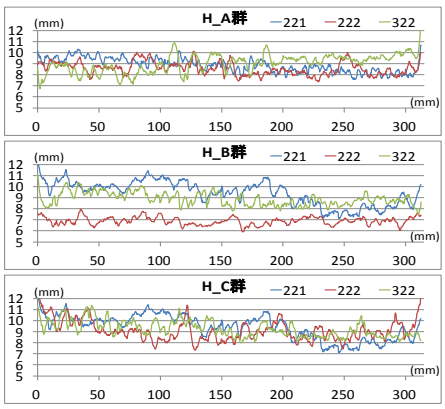


図 8.9　底面ビード幅　H 姿勢

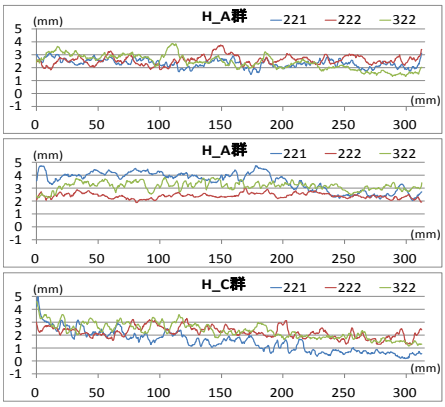


図 8.10　ビード中心の変動　H 姿勢

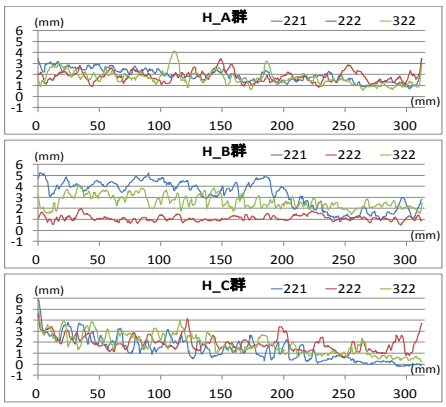


図 8.11　開先側溶込み量　H 姿勢

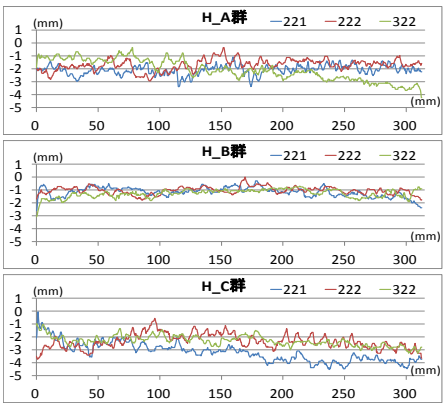


図 8.12　壁側溶込み量　H 姿勢

2.3　40mm 試験体の H 姿勢底面全線マクロの溶込み波形

H 姿勢のビード幅・ビード中心の変動・開先側溶込み量・壁側溶込み量を，図 8.9～図 8.12 にそれぞれ示す．

ビード幅の変動は，19mm 試験体と同様に，ワイヤが高強度になるにつれて少なくなっている．ビード中心の変動も同様に高強度ワイヤの方が少ない．

H 姿勢で特徴的なのは，とくに技能者 C2 において，開先側の溶込みが始端で極端に少なく，終端になると増大する点である．壁側はその逆で，始端の溶込みが著しく多く，終端になると減少する．すなわち，壁を基準としたときに初層溶け込み波形が著しく傾斜している．これは 40mm 試験体における技能者 C2 特有の傾向で，鋼材やワイヤ強度にかかわらず，始端壁側を意識的に深く溶込まそうと運棒するためであり，経験が豊富な技能者 A・B ではこの傾向はみられない．

19mm 試験体と同様，H 姿勢の場合，旧 YGW21 の方が YGW18 よりばらつきの少ない安定した溶込みが得られている．これは，溶融ワイヤが高強度ほど粘性が高いことに起因していると考えられ，F 姿勢と違って H 姿勢は高強度化に伴う難易度が高くなっていない可能性があるのも 19mm 試験体と同様である．事実，（その 6）表 6.3 に示されているとおり，H 姿勢の底面マクロにおける溶接欠陥は，F 姿勢より質・量ともに少なかった．

結論は（その 9）にまとめて示す．

＊1 竹中工務店
＊2 日建設計
＊3 大林組

＊1 TAKENAKA Corporation
＊2 NIKKEN SEKKEI LTD.
＊3 OBAYASHI Corporation

建築鉄骨における高強度鋼の溶接技量に関する基礎的研究
その9：板厚40mmにおける基礎試験体の底面全線マクロ溶込み波形の分析 2　および総括

正会員　○中平和人[*1]　同　椿　英顕[*1]　同　吉澤幹夫[*2]
同　緑川　功[*2]　同　新居　努[*3]

高強度鋼　　溶接技量　　AW 検定
底面マクロ　　フーリエスペクトル

1　はじめに

（その 9）では，40mm 試験体の初層の底面全線マクロ溶込み波形のフーリエスペクトルおよび位相スペクトルについて，19mm 試験体のスペクトルと比較しながら考察する．また最後に全体のまとめを行う．

2　40mm 試験体底面マクロ溶込み波形のフーリエ変換

底面全線マクロ溶込み波形のフーリエ変換については 19mm 試験体と同様（その 4）にて述べた通りである．解析上の溶接速度は，初層の溶接速度の計測値平均より求め，F 姿勢 5.66 mm/s, H 姿勢 5.23mm/s とした．

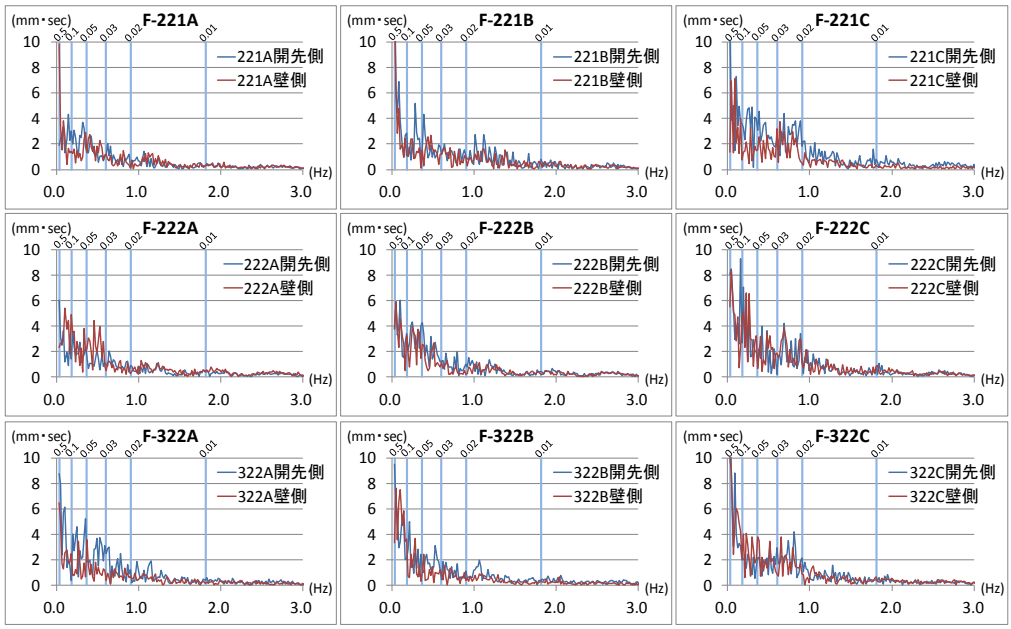


図 9.1　40mm 試験体 F 姿勢底面全線マクロ溶込み波形のフーリエスペクトル

2.1　40mm 試験体 F 姿勢のフーリエスペクトル

図 9.1 において各技能者のスペクトルを比較すると，技能者 A・B は，ワイヤ強度に関わらず高周波になるにつれてなだらかに漸減するのに対し，技能者 C2 は高強度になるにつれて 0.2～0.6Hz 近傍のパワーがやや小さく，0.6～1.0Hz でやや大きくなる．これは 19mm 試験体と同様，ワイヤを大きな波長で振ると同時に小刻みに動かしていることを示すが，この傾向は 19mm 試験体ほど顕著ではない．

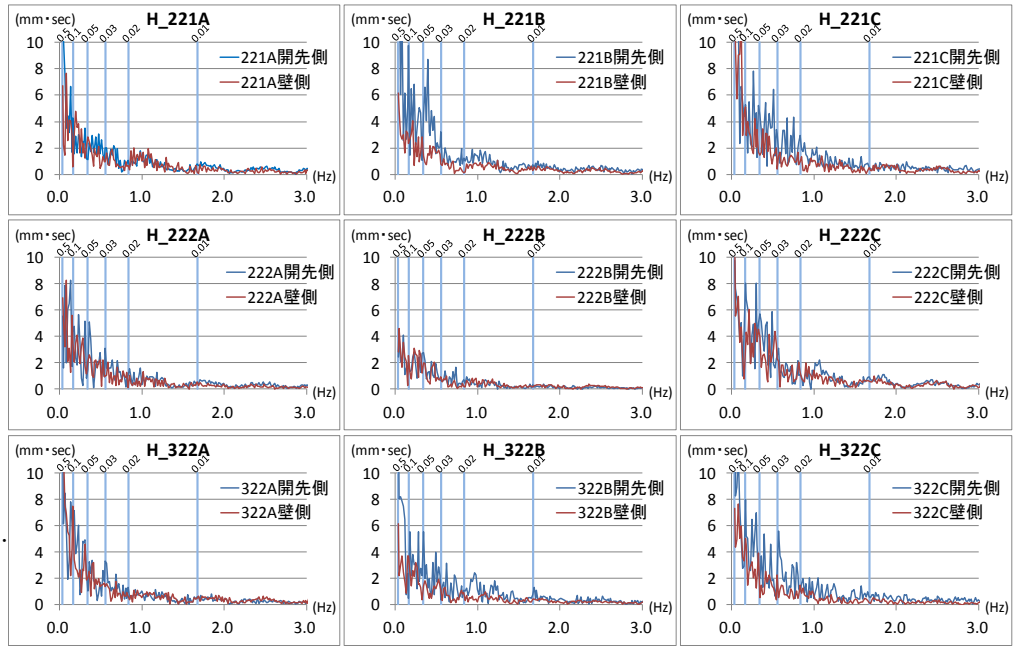


図 9.2　40mm 試験体 H 姿勢底面全線マクロ溶込み波形のフーリエスペクトル

2.2　40mm 試験体 H 姿勢のフーリエスペクトル

図 9.2 において技能者 A・B と技能者 C2 のスペクトルを比較すると，技能者 C2 は 0.5～0.7Hz 近傍に鈍いピークが見られる．この理由および傾向は，F 姿勢と同様と考えられ

Basic study on welders skills in welding high-strength steels in steel structure buildings
Part 9: Analyzation (2) of wave pattern of root pass penetration in the case of 40-mm-thick test piece, and conclusion

NAKAHIRA Kazuto[*1], TSUBAKI Hideaki[*1], YOSHIZAWA Mikio[*2], MIDORIKAWA Isao[*2], ARAI Tsutomu[*3]

る．H 姿勢においては，技能者 A・B とも運棒が安定しており，鋼材・ワイヤ強度に関わらず同一の運棒で溶接している．

総じて，40mm 試験体初層においては，フーリエスペクトルは技能者の違いによる影響がもっとも大きく，強度の違いによるスペクトルの差違が 19mm 試験体のようには顕れにくい．

2.3　40mm 試験体底面溶込み波形の位相スペクトル

40mm 試験体の底面溶込み波形の位相スペクトルの一例を図 9.3 に示す．H 姿勢の開先側溶込み量の位相スペクトルにおいては，技能者 A の位相角が正側・負側でほぼ均一なのに対し，技能者 C2 は 2.0Hz 以上の領域において正側に大きく片寄り，技能者 B はやや片寄る傾向が認められる．いずれの技能者も，1.0Hz 以下の領域においてはこの片寄りは見られない．この傾向はワイヤ強度にかかわらず発現している．なお壁側溶込み波形においては，この傾向はみられない．これは 19mm 試験体の位相スペクトルの定性的傾向と概ね一致する．

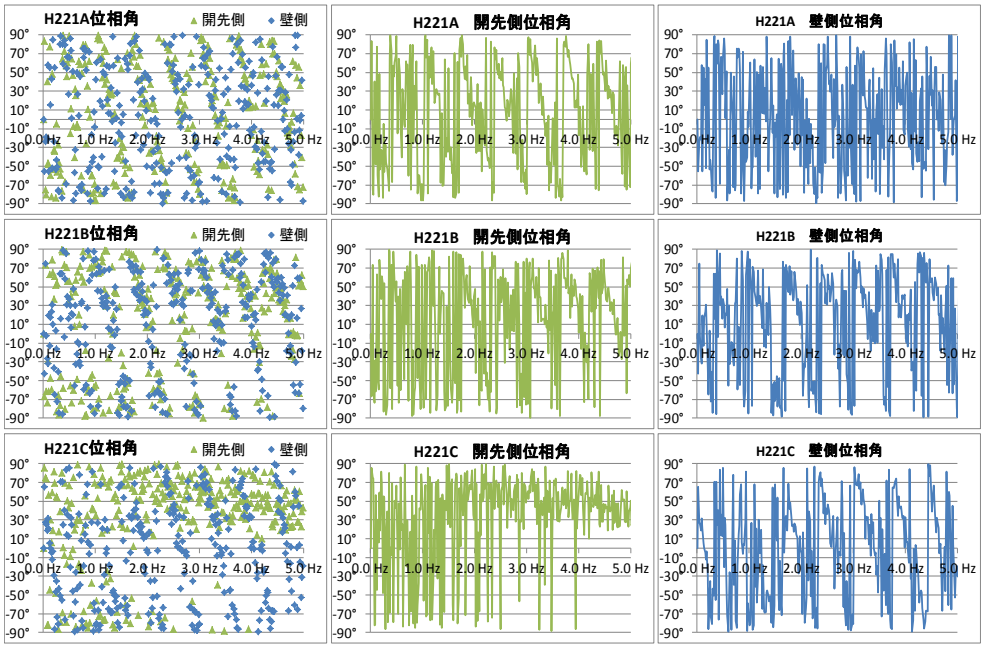


図 9.3　40mm 試験体 H 姿勢溶込み波形の位相スペクトルの一例

3　まとめ

3.1　鋼材強度の違いが溶接技量に及ぼす影響

490N 級・550N 級・590N 級の範囲においては，鋼材強度の違いが溶接技量に及ぼす影響は見られない．

3.2　溶接ワイヤ強度の違いが溶接技量に及ぼす影響

技量に対して，YGW18 と旧 YGW21 では明瞭な影響がみられる．高度な技量と経験を有する技能者は，ワイヤが高強度であっても運棒方法を変更しないが，経験の浅い技能者は高強度ワイヤの感覚的な違い（硬い・粘い）に対して敏感に反応してしまう傾向が見られる．その影響は下向姿勢において顕著で，横向姿勢においては，ワイヤが高強度となっても難易度が高くなっていない傾向が窺える．これは，横向姿勢においてはストリンガビードの多層多パスであることに起因するものと推測される．

3.3　板厚の違いが溶接技量に及ぼす影響

上記傾向は板厚が 19mm から 40mm になってもほぼ同様であり，したがって，開先内のノズルの形状寸法及び位置の把握は，AW 検定有資格者など，あるレベル以上の技能者にとってはさほど問題ではないことが窺える．

ただし，溶接ワイヤが旧 YGW21 の下向姿勢においては中央部じゃま板部近傍において，高強度鋼の熟練技能者でない場合，初層に許容欠陥が出やすくなる傾向が認められる．この傾向は，板厚が 19mm よりも 40mm でより顕著となる．これ以外の点について，板厚の影響があるとは言い難い．

4.　結論：

溶接ワイヤが YGW18 であれば，高強度鋼の厚板（鋼材 550N 級の板厚 40mm もしくはそれ以上）であっても，現行の AW 検定結果を準用して支障ないものと考えられる．

溶接ワイヤが旧 YGW21 の場合は，横向姿勢ならば，高強度鋼の厚板であっても，現行の AW 検定結果を準用して支障ないものの，下向姿勢の中央部じゃま板近傍ルート部の溶け込みに関しては，熟練技能者とそうでない者にはやや差が生じやすいことに留意すべきである．

【謝辞】

本研究は，2012 年～15 年度 AW 検定協議会－西日本－研究評価委員会の活動として実施したものである．（その1）におけるアンケートについては，全国の S および H グレード鉄骨製作工場ならびに AW 検定協議会会員のご協力を戴いた．高強度鋼の溶接施工に関しては，（株）川哲工業 川方久敬氏に貴重な知見をご提供戴いた．また 19mm および 40mm 試験体の試験実施に当っては，竹島鉄工建設（株）竹島徹氏，中尾尊澄氏に多大なるご協力をいただいた．ここに記して感謝の意を表する．

【参考文献】

吉澤幹夫，緑川 功，椿 英顕，中平和人，新居 努：建築鉄骨における高強度鋼の溶接技量に関する基礎的研究(その1～その5)，日本建築学会大会(東海)学術講演梗概集 構造Ⅲ，pp.1051-1060, 2015.9

＊1 竹中工務店
＊2 日建設計
＊3 大林組

＊1 TAKENAKA Corporation
＊2 NIKKEN SEKKEI LTD.
＊3 OBAYASHI Corporation