

# STB音速差の影響を受けにくい超音波探傷試験方法の提案

正会員 ○笠原基弘\*1 正会員 吉成 裕\*2 正会員 横田和伸\*3 正会員 服部和徳\*4  
正会員 中野達也\*5 正会員 廣重隆明\*6 正会員 中込忠男\*7

超音波探傷試験 STB音速差 屈折角 屈折角度差 溶接欠陥 欠陥深さ

## 1. はじめに

鉄骨溶接部の品質確認は、日本建築学会「鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査規準・同解説」(UT規準)によって超音波斜角探傷試験が実施されているが、1980年代になると標準試験片STBとの音速差のある鋼材が出現したことで、探傷時の屈折角がSTB屈折角と異なり、溶接欠陥を適正に検出できなかつたり、溶接欠陥の評価に誤判定を生じることから、1989年付則「STBとの音速差のある鋼材を用いた鋼構造建築溶接部の超音波探傷試験方法」が制定された。その後、1996年、UT規準に音速差のある鋼材の探傷のために標準探触子の屈折角70°に加え屈折角65°が標準となったものの、現在もSTB音速差に拘わらず70°による探傷が一般的となっている。現在、建築鉄骨に使用されている鋼材には少なからずSTBとの音速差のある鋼材が含まれていることが明らかになっており<sup>1)</sup>、鋼材のSTB音速差の影響を受けにくい簡便な探傷方法が期待されている。

## 2. STB音速比による屈折角度差の変化

被検材のSTB音速比 $R_{STB}$ が変化すると、STB屈折角 $\theta_{STB}$ が変化するため斜角探傷に必要な屈折角にSTB屈折角が使用できなくなる。STB音速比による屈折角度差 $\Delta\theta$ の変化をスネルの法則により求めると図2.1のようになり、屈折角が大きいほどSTB音速比により屈折角度差 $\Delta\theta$ が大きくなる。

## 3. STB音速差の有無の判定

被検材のSTB音速差の有無は、付則によって表3.1による。なお、STB音速差の有無を判定するには、探傷前に横波垂直探触子と高粘度の横波専用接触媒質を用いてSTB音速比を求める必要があり、付則では探傷が煩雑となる。

## 4. STB音速差がある場合の探傷

STB音速差がある場合には、表4.1および表4.2によって探傷することになっている。屈折角に70°を用いる場合にはSTB音速比によって探触子のSTB屈折角が使用できず、探触子を交換したり、探傷屈折角を用いることが多くなり、65°を用いる場合に比べて探傷が煩雑となる。

## 5. 付則による欠陥深さの推定誤差

付則に従って探傷することによって、図5.1に示す欠陥深さの誤差 $\Delta d$ は板厚 $t$ が $6 \leq t \leq 25\text{mm}$ の場合には $\pm 3\text{mm}$ 以下、 $25 < t \leq 100\text{mm}$ の場合には $\pm 9\text{mm}$ 以下になるように規定されている。

## 6. 裏当て金付T継手のルート部の評価

欠陥が近接している場合には、同一欠陥か同一欠陥群かの判別が必要であるが、その場合には表6.1に示す相対距離が必要となる。裏当て金付T継手のルート部の評価はNDIS2433:2018により図6.1のように、欠陥深さ $d$ が板厚 $t$ より浅いか否かによって評価されるが、その際、欠陥深さの推定精度は $\pm 1\text{mm}$

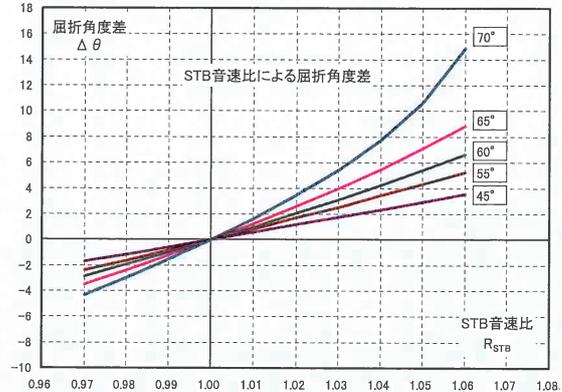


図2.1 STB音速比による探傷屈折角度差

表3.1 STB音速差の有無の判定

板厚 t(mm)	70°の探触子で探傷する場合	65°の探触子で探傷する場合	45°の探触子で探傷する場合
$6 \leq t \leq 25$	$0.990 \leq R_{STB} \leq 1.020$	$R_{STB} \leq 1.030$	/
$25 < t \leq 75$	$0.995 \leq R_{STB} \leq 1.015$	$R_{STB} \leq 1.025$	
$75 < t$		$0.995 \leq R_{STB} \leq 1.025$	

表4.1 70°を使用する探傷

板厚 t(mm)	STB音速比									
	0.970	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060
$6 \leq t \leq 25$	70° $\theta_T$		70° $\theta_{STB}$		70° $\theta_T$		65° $\theta_T$			
$25 < t \leq 75$	70° $\theta_T$		70° $\theta_{STB}$		65° $\theta_{STB}$		65° $\theta_T$		60° $\theta_T$	

表4.2 65°を使用する探傷

板厚 t(mm)	STB音速比									
	0.970	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060
$6 \leq t \leq 25$	65° $\theta_{STB}$					65° $\theta_T$				
$25 < t \leq 75$	65° $\theta_{STB}$					65° $\theta_T$			60° $\theta_T$	
$75 < t$	65° $\theta_T$		65° $\theta_{STB}$			60° $\theta_T$				

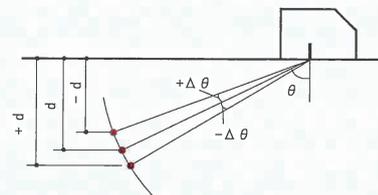


図5.1 欠陥深さの推定誤差

表6.1 同一欠陥及び同一欠陥群の規定

板厚 t (mm)	相対距離 $\Delta d \cdot \Delta k$
$6 \leq t \leq 20$	5
$20 < t \leq 48$	$t/4$
$48 < t$	12

Proposal of an Ultrasonic Testing Method that is less affected by STB Sound Velocity Differences

\*1 Kasahara Motohiro \*2 Yoshinari Yutaka \*3 Yokota Kazunobu \*4 Hattori Kazunori  
\*5 Nakano Tatsuya \*6 Takaaki Hiroshige \*7 Nakagomi Tadao

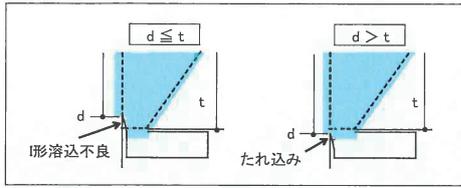


図6.1 裏当て金付T継手のルート部の評価

以下が要求される。

### 6.1 屈折角70°による欠陥深さの推定精度

図6.2に屈折角70°によるSTB音速比による欠陥深さの推定精度を示す。dの誤差を±1mmとするとSTB音速差があると裏当て金付T継手のルート部の探傷は難しいことがわかる。

### 6.2 屈折角55°による欠陥深さの推定精度

図6.3に屈折角が55°の場合のSTB音速比による欠陥深さの推定精度を示す。板厚tが40mm以下ではSTB音速差が±2%程度存在しても裏当て金付T継手のルート部の探傷は可能であることがわかる。

### 7. コーナー反射率および音圧往復通過率

図7.1に屈折角によるコーナー反射率を示す。屈折角が60°～70°付近ではコーナー反射率の変動が極端であるが、屈折角が55°以下ではコーナー反射率の低下がない。また、図7.2に示すように屈折角が70°以上では音圧往復通過率は急激に低下するが55°付近では音圧往復通過率は安定しているため、STB音速差の影響を受けず探傷感度は安定する。

### 5. まとめ

本報における結果から、下記のことがわかった。

- (1) 斜角UTを実施する場合には、事前に被検材にSTB音速差の有無を確認する必要があり、探傷にかかる時間が甚大である。
- (2) 被検材のSTB音速差の有無を確認する場合には、横波垂直探触子と高粘性を持つ横波専用接触媒質が必要である。
- (3) 被検材のSTB音速差がある場合には、学会付則に従って斜角UTを実施しても、位置精度によっては裏当て金付T継手におけるルート部の評価が適正にできない可能性がある。
- (4) 屈折角55°による探傷では、STB音速差があっても欠陥位置精度が高く、板厚が40mm以下の場合にはSTB音速比が2%程度であれば、欠陥深さの精度は±1mm程度である。
- (5) 屈折角55°を用いることで、STB音速差の有無に拘わらず、迅速かつ適正に探傷できる。
- (6) 屈折角55°を用いれば、STB音速差の有無に拘わらず、探傷感度は安定する。
- (7) 前報で報告した通り、屈折角55°を用いればベベル角が35°で発生する融合不良の面に対し超音波ビームが垂直に入射するため、エコー高さと欠陥高さとの相関が得られる。

### 【参考文献】

- 1) 日本建築学会「建築鉄骨工場の新たな課題への取り組み」: 鉄骨工事運営委員会研究報告会資料集: 2010. 5
- 2) 日本建築学会「建築鉄骨工事関連指針改定に向けて」: 鉄骨工事運営委員会調査研究報告会資料集: 2022. 10

- \*1 アクトイノベーション    \*2 久米設計  
 \*3 日本メックス    \*4 ベターリビング  
 \*5 宇都宮大学    \*6 竹中工務店    \*7 信州大学

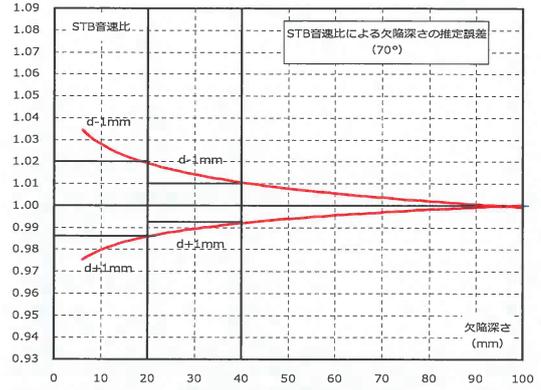


図6.2 欠陥深さの推定誤差 (70°)

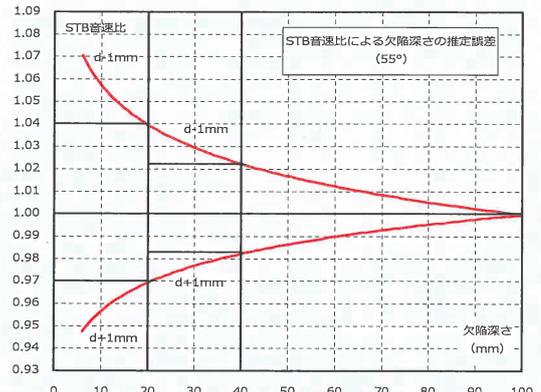


図6.3 欠陥深さの推定誤差 (55°)

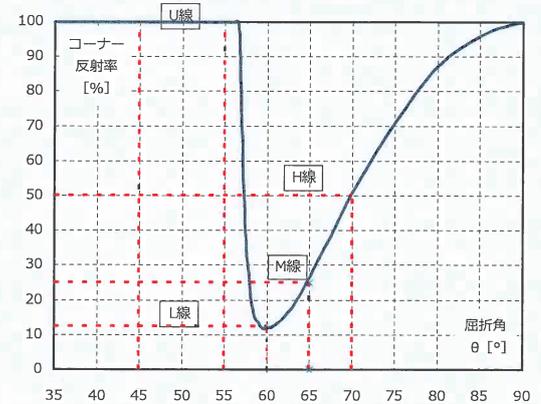


図7.1 屈折角によるコーナー反射率

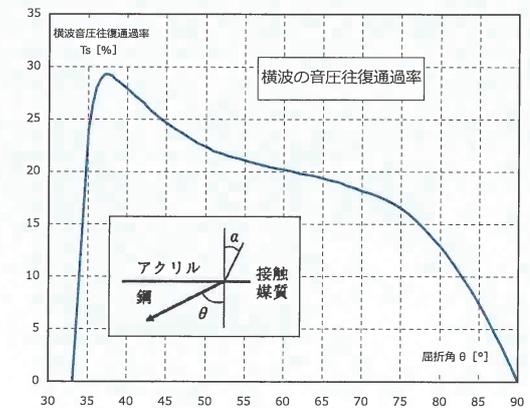


図7.2 屈折角による音圧往復通過率

- \*1 Act-Creation-Heart Co.,Ltd.    \*2 KUME SEKKEI Co.,Ltd  
 \*3 NIHON MECCS Co.,Ltd    \*4 Center for Better Living  
 \*5 Utsunomiya University    \*6 Takenaka Corporation    \*7 Shinshu University