

課 題 情 報 シ ー ト

テ ー マ 名 :	超音波探傷試験練習用教材の製作		
担当指導員名 :	宮西 大輔	実施年度 :	28 年度
施 設 名 :	四国職業能力開発大学校附属高知職業能力開発短期大学校		
課 程 名 :	専門課程	訓練科名 :	生産技術科
課題の区分 :	総合制作実習	学生数 :	2
		時間 :	12 単位 (216h)

課 題 制 作 ・ 開 発 の ポ イ ン ト

【開発（制作）のポイント】

溶接部に人工欠陥を入れるため、フライス盤等による機械加工、ワイヤカット放電加工機による穴部充填蓋材の製作、アーク溶接作業と超音波探傷作業等、幅広い技能技術が必要となります。特に溶接作業においては、作業者の技能不足による自然発生的な欠陥（天然欠陥と呼んでいました）が発生することが多く、溶接技能の向上に訓練時間を必要とします。

本課題では学生にヒントとして、人工欠陥の形状についての例を提示しつつ、学生が加工可能な欠陥形状を自分たちで検討し、加工・検証することで、加工に関しても経験値を積ませることができました。

超音波探傷試験での欠陥探傷作業については、知識とともにある程度の技能も要求されることから、練習時間も必要となります。

【訓練（指導）のポイント】

専門課程カリキュラムだけでは、溶接作業を行うことはあっても、その結果を検証する時間が無く、自分の技能技術の向上を確認することは難しいですが、本課題においては、日々溶接結果を超音波探傷し、加えて探傷結果と内部欠陥が一致することを破壊検査により確認できることから、学生自信の溶接技術・超音波探傷技術の向上をリアルタイムで確認することができ、学生に興味を持たせることができました。

また、学生が作った試験材を別の学生が超音波探傷試験を行うことで、より厳密なデータを採取することができるとともに、学生同士の良い意味での競争意識を持たせることができました。

課 題 に 関 す る 問 い 合 わ せ 先

施 設 名 : 四国職業能力開発大学校附属高知職業能力開発短期大学校
住 所 : 〒781-5232 高知県香南市野市町西野 1595-1
電話番号 : 0887-56-4100 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/kochi/college>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

超音波探傷試験練習用教材の製作

Production of training materials for ultrasonic testing

高知職業能力開発短期大学校

1. はじめに

鉄骨構造物製造において溶接は欠く事のできない技術である。しかし、溶接は作業者の技能に大きく左右される上に不良は内部欠陥として現れるため、外観では判断できず品質管理が非常に難しい。そのことから、溶接部の品質検査には非破壊試験が広く利用されているが、非破壊試験自体も作業者の高い技能と技術が要求される。そこで私達は非破壊検査の超音波探傷試験用練習用教材をテーマに設定した。

2. 試験片の仕様

超音波探傷試験の練習では、人工の内部欠陥を含む溶接継手の試験片を用いる。試験片には以下の条件が要求される。

- ① 外部から欠陥位置が特定できないこと
- ② 内部欠陥の位置と大きさが把握できていること

上記2点を満たすには次の問題がある。

- ① 継手形状が複雑な場合、接合方法に溶接を用いるため溶接による意図しない欠陥が含まれる可能性がある。
- ② 人工キズの形状が溶接作業によって変形し、位置と大きさに影響を及ぼす可能性がある。

本製作ではこれらの問題を回避し、試験片を製作する。継手形状は JIS Z 2305 非破壊試験技術者資格試験 超音波探傷試験レベル 2 の試験課題を参考に選択した。

3. 製作手順

加工から検証までの流れは以下の通りである。

- ① 開先部分に内部欠陥とする長穴の人工キズを施す。
- ② 長穴と同じ形状の蓋をワイヤーカットで加工し蓋をした状態で溶接する。
- ③ 超音波探傷試験でキズの大きさや位置のデータを取り、エコーが高く見られた箇所を帯のこ盤で輪切りにする。
- ④ 断面をマクロ試験にかけ、金属顕微鏡を用いて溶接の溶け込み具合とキズの状態を調べる。

上記①～④を経て、検証する。

4. 試験片の条件

試験片の形状はK型開先のT継手とした。実際の溶接では開先面とルート面に融合不良が発生しやすいため、本製作の加工では開先面とルート面に内部欠陥となる長さ 20mm の長穴をエンドミルで加工する(図 1)。長穴の部分には同じ形状の蓋をした状態で溶接をする。ルート面は開先の一部を突き合わせて内部欠陥を残す方法をとった。材料は SS400 の幅 150mm, 厚さ 25mm, 長さ 200mm のものを用いた。

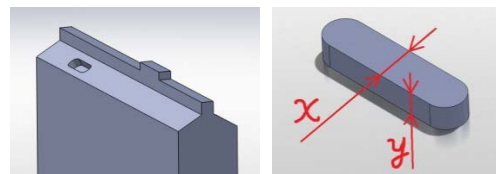


図 1：開先形状と蓋部品

表 1：蓋部品の選定

X	3.0 5.0 8.0					
Y	0	1.0	1.6	3.2	4.5	6.0

溶接条件は電流 130～150A, 電圧 19～21V, 溶接速度およそ 200 mm/min である。

意図する内部欠陥を発生させる方法は長穴底面を溶かさないことにある。そこで、その条件を満たす形状を決めるために表 1 の X と Y を組み合わせて溶接し、人工キズの形状とエコーの関係を調べる。



図 2：長穴深さ (左)1.6mm と(右)3.2mm

図 2 より、1.6mm は溶け残るが蓋底面近くまで溶け込んでおり、3.2mm ではその傾向がなかったため、3.2mm を選択した。また、4.5mm 以上は蓋側面の大部分が溶け残り、意図しない位置で超音波を反射するため不適とした。ルート面の幅は大差なく、加工効率を考え 5mm を適用した。

開先形状の選定について、初期は K 型開先であったが、溶接時にトーチが入らず溶接作業が上手く進まなかった。その結果、意図しない欠陥が多数見られたが、それは開先形状を図 1 のように変更する事でトーチ操作が容易になり作業性が向上し解決できた。



図 3：K 型での溶接時の融合不良

5. 試験片の改善

決定した条件で試験片を製作して探傷作業を行ったところ、求めているエコー高さに届かなかった。その改善策として、超音波の反射をよくするために内部欠陥の底面にキズをつけることとした。ポンチとタガネの打痕密度をそれぞれ 2 種類にわけ、キズエコーがどのように変化するかを調べた。その結果、タガネを細かく打ったものが重大な欠陥相当のエコーとなった。そこで、ルート部および長穴底部に加工を行った。

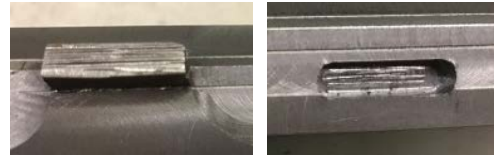


図 4：タガネによるキズ

6. まとめ

決定した条件で製作し、探傷して良好な結果が得られたので、その断面をマクロ試験して検証を行った。(図 5)

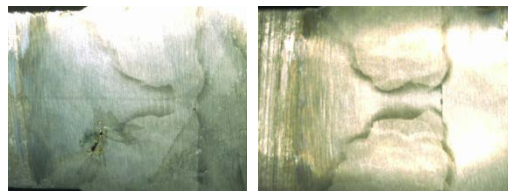


図 5：完成品の欠陥断面

(左)開先面欠陥 (右)ルート面欠陥

図 5 で確認できるように、設定した部分の欠陥は残り、溶接による欠陥は見られない。開先形状を両 J 型に変更後は溶接の失敗がなかったため、今回の製作での設定は比較的良好であったと考えられる。

また、今後同様の試験片を製作する際には改善策として、開先面の欠陥部分の角度を変更することでも調整が可能だと考える。

課題実習「テーマ設定シート」

科名：生産技術科

教科の科目	実習テーマ名	
総合制作実習	超音波探傷試験練習用教材の製作	
担当指導員	担当学生	
生産技術科 宮西 大輔		
課題実習の技能・技術習得目標		
超音波探傷試験練習用教材の製作を行うことにより、溶接技術とその検査技術の習得と、専門課程2年間で習得した設計・機械加工に関する技能・技術を再確認し、応用的に活用することを目標とする。		
実習テーマの設定背景・取組目標		
実習テーマの設定背景		
当校近隣地域においては、溶接技能者・技術者の需要が高く地元企業からの要望も高くなっている。しかし、学生の溶接に対する印象は「技能職」としての色合いが強く、昔からの「3K職場」をいうイメージを払拭できておらず、当該業種を希望する学生が限られているのが実状である。 今回、非破壊検査の「超音波探傷試験」をテーマに設定することで、溶接の「技能的」要素だけでなく「学術的」側面がクローズアップされることで、「溶接技能者」だけでなく「溶接技術者」というキャリアパスを学生に気づかせたいとの思いから目標に設定した。		
実習テーマの特徴・概要		
本制作では、溶接欠陥を「人工的に」かつ「任意の場所」「任意の大きさ」で発生させる必要があることから、つぎのような非常に幅広い技能技術が要求される。 ● 意図した人工的欠陥での超音波探傷試験を実施するため、自然発生的な溶接欠陥を防ぐ必要があるため、高い溶接技術が要求される。 ● 人工欠陥の製作には、機械加工を用いるため、加工効率の面から専門課程2年間で使用したほぼ全ての加工方法を利用する必要がある。 上記を実現するために必要な技能技術を習得することで、専門課程2年間の復習だけでなく応用技術の習得も期待できる。		
No	取組目標	
①	非破壊試験の種類と特徴を理解する。	
②	溶接法の種類と特徴を理解する。	
③	溶接欠陥の発生原因と、その対策を理解する。	
④	各種溶接施工法を習得する。	
⑤	機械加工法の種類と特徴を理解する。	
⑥	機械加工作業を習得する。	
⑦	溶接設計の注意点について理解する	
⑧	超音波探傷試験作業を習得する。	
⑨	作業手順と作業状況をグループ内で共有し進捗管理を行う。	
⑩	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行う。	