特集

溶接・接合における情報デジタル化の潮流

第Ⅳ部 企業における溶接・接合の情報デジタル化とその活用

携帯情報端末を活用した溶接技能指導システム*

宗 陽一郎^{**}，江部 宏典^{**}，中村 英夫^{***}

宗 陽一郎

江部宏典

中村英夫

Welding Skill Training System using Mobile Terminals*

by SO Yoichiro^{**}, EBE Atsunori^{**} and NAKAMURA Hideo^{***}

キーワード

被覆アーク溶接，ビジュアル教材，携帯情報端末，実技指導，実技支援

1. はじめに

製造業では，2007年問題（団塊の世代の社員が一定期間の中で大量にリタイアしていくことで，深刻な労働不足に陥るとされる問題）への対応に迫られている．筆者らの職場においても同様であり，ベテラン社員の知識やノウハウをデジタル保存・蓄積していくことが急務の課題となっている．

筆者らは2005年より，初級者を対象とした，溶接基礎技術訓練において，溶接技能教育用ビジュアル教材を活用した新しい実技指導方法の開発に取り組んでいる．

本稿では，溶接技能教育用ビジュアル教材と携帯情報端末を活用した溶接技能指導システムについて紹介する．

2. 溶接技能教育用ビジュアル教材

今回開発した溶接技能教育用ビジュアル教材は，初級者を対象とした，被覆アーク溶接に関する基礎技術・技能訓練用教材である．基本動作（作業準備，アーク発生方法，ビードの置き方等）や基本作業（仮付溶接，角継手溶接，T継手溶接）から，応用作業（圧力容器製作やJIS検定対策）に関する実技演習内容を，動画や静止画を

用いて，視覚的に，わかりやすく解説した教材となっている．

本節では，今回開発した溶接技能教育用ビジュアル教材の特長について解説する．

2.1 実技指導場面でも活用可能なコンテンツ構成

本教材は，被覆アーク溶接の基礎技術・技能に関する学習項目を，ベテラン指導員の実技指導方法（教え方）に着目し，体系化・構造化している．

従来の実技指導では，実技演習前に，教科書やビデオ教材により，一通りの内容や手順を説明（解説）する形態が一般的である．

今回開発した教材では，教室での座学指導だけでなく，実際の実技演習・指導の場面においても，オン・デマンドに教材を参照（提示）し，手順やポイントを確認（参照）させることが可能なようにした．被覆アーク溶接の基礎技術・技能に関する学習項目を作業単位で細分化し，1クリップ数分程度のポイント解説付きビジュアル・クリップ・コンテンツとして，教材が構成されているのが特長である（表1）．

2.2 実技指導方法に基づいた学習モード

本教材では，ベテラン指導員の実技指導方法に沿って，3つのモード（「①正しい作業手順の確認」，「②失敗例から学ぶ」，「③原理原則，技の紹介」）で学習可能である．

学習モード1（正しい作業手順の確認）では，被覆アーク溶接の基礎技術・技能に関する学習項目を，ベテラン指導員が実際の実技指導の中で解説・説明したワンポイント・アドバイスとともに，正しい実技手順（良い例）の映像を確認しながら学習可能となっている（図1）．

*原稿受付 平成19年12月13日

** (株)神戸製鋼所生産システム研究所 Production Systems Research Lab. Kobe Steel, Ltd.

*** (株)神鋼ヒューマン・クリエイト SHINKO HUMAN CREATE CO., LTD.

学習モード2（失敗例から学ぶ）では、ベテラン指導員が選別した初級者が陥りやすい失敗例を、失敗原因の図解解説やワンポイント・アドバイスとともに、正しい実技手順（良い例）と比較しながら学習可能となっている（図2）。

学習モード3（原理原則・技の紹介）では、学習項目に関する作業手順（how）に加え、物理現象や用語解説

といった関連知識が学習可能となっている（図3）。

また、ベテラン指導員の経験に裏づけされた作業方法や作業スタイル、経験的知識といった内容を、技能スタイル紹介用コンテンツ（表2）として、併せて紹介している。

技能スタイル紹介用コンテンツは、Q&A形式の図解付き音声教材となっており、作業手順に沿って段階的に学んできた基礎技術・技能内容を、学習者に整理させる機会を与えるとともに、ベテラン指導員の経験談の紹介を通じて、習得した内容に関する興味・関心を高める狙いがある。

2.3 本教材の導入メリット

本教材では、基本的な手順をすべて網羅し、かつ多くの失敗例を挙げて「どんなことをしたら失敗するか」を、事前にイメージ化させることが可能なため、本教材の導入により、実際の実技演習・指導での技能習得の効率化が期待できる。

また、実際の実技指導の方法（教え方）に沿った構成になっているので、溶接実技指導の場面において、「STEP 1. 正しい手順を確認した上で、まずやってみる／やらせてみる」→「STEP 2. 失敗例と比較しながら、学習者自身に気づかせる／考えさせる」→「STEP 3. 深い理解と意欲向上（内発的動機付け）へつなげる」といった、学習者の主体性を重視し、学習者自身に気づかせながら指導することが可能である（図4）。

さらに、従来指導員の経験や指導方法により研修内容

表1 コンテンツ構成

被覆アーク溶接 基礎技術・技能に関する学習項目	作業単位別 クリップ数
1. 器具の点検	9
2. 溶接棒の選択	1
3. 溶接電流値の調整	1
4. 溶接棒の挟み方	3
5. アーク発生の仕方	5
6. 溶接作業時の基本姿勢	8
7. ストリングビードのおき方	1
8. とめ方、つなぎ方	4
9. ウィービングビードのおき方	2
10. 仮付溶接の方法	4
11. 角継手溶接の方法	24
12. T継手溶接（二層盛りのニパスによるT継手）	23
13. 〔応用〕圧力容器製作	21
14. 〔応用〕JIS検定試験（A-2F）	17

図1 モード1（正しい作業手順の確認）画面例

図3 モード3（原理原則、技の紹介）画面例

図2 モード2（失敗例から学ぶ）画面例

表2 技能スタイル紹介用コンテンツ内容

No	タイトル
1	運棒速度の見極め方を伝授
2	溶接時の姿勢を伝授
3	まっすぐなビードのおき方を伝授
4	振り幅とピッチの見極め方を伝授
5	ウィービングビードのおき方を伝授
6	アーク長の判定方法を伝授
7	棒角度と狙い目の設定方法を伝授
8	仮付溶接の意図を伝授
9	余盛りと強度の関係を伝授
10	浮遊ガスと溶接の関係を伝授

図4 本教材を活用した実技指導（学習）の流れ

がばらつきやすい溶接実技研修において、研修／指導内容の平準化も期待できる。

3. 携帯情報端末を活用した溶接技能指導システム

今回開発した溶接技能教育用ビジュアル教材は、携帯情報端末との組合せにより、教室での座学指導だけでなく、実際の実技演習・指導の中でも導入することが可能である。

本節では、(株)神戸製鋼所の技術職新入社員研修での導入例を紹介しながら、本教材と携帯情報端末を活用した溶接技能指導システムについて報告する。

3.1 溶接技能指導システムの概要

溶接技能指導システムは、「1. 座学用ツール」と「2. 実技支援用ツール」から構成されている。

3.1.1 座学用ツール

本教材は、座学指導の中で、講師が実技演習前に、実技演習内容の作業手順や技術ポイントを説明／解説する手段として、活用できるようになっている。講師はパソコンを使い、「作業手順の確認」や「失敗例から学ぶ」のコンテンツを使用し、実技演習内容の手順や実技ポイントの説明が可能である。通常モード（自己学習用）では、作業手順形式で整理されたコンテンツは、実技映像と併せてポイントや解説情報を参照しながら学習できるようになっているが、座学用ツールではポイントや解説は表示せず、指導者の肉声にて説明できるようにし、また映像も適宜一時停止しながら説明できるようになっている。

3.1.2 実技支援用ツール

図5 実技支援用ツールの活用例

表3 アーク溶接基礎研修／実技演習内容

1 日目	1. 器具の点検
	2. 溶接棒の選択
	3. 溶接電流値の調整
	4. 溶接棒の挟み方
	5. アーク発生の仕方
	6. 溶接作業時の基本姿勢
	7. スtringビードのおき方
	8. とめ方、つなぎ方
	9. ウィーピングビードのおき方
2 日目	10. 仮付溶接の方法
3 日目	11. 角継手溶接の方法
	12. T継手溶接の方法

本教材は映像コンテンツの再生機能を有する携帯情報端末（Sony PlayStation Portable）との組合せにより、実技支援用ツールとしても活用可能である。

実技指導の場面において、携帯情報端末に、実技演習内容単位でコンテンツを格納し、作業手順の確認手段として活用させるとともに、陥りやすい失敗例と自身の実習成果物（溶接後外観や形状）とを比較させながら、技術ポイント（勘所）を理解させる手段として導入可能である（図5）。

これにより、十数人を1度に教えるような実習において、個別に溶接作業のプロセスをビジュアル提示することで、従来より一人一人に密着した実技指導が可能となる。

3.2 導入事例

(株)神戸製鋼所の2006年度技術職新入社員（約200名）を対象に実施した試行実践について紹介する。

3.2.1 アーク溶接基礎研修

神戸製鋼では、技術職新入社員を対象として、入社後

表4 受講生アンケート（自由記述）結果

分類		内訳	
肯定的な意見	70.7%	教材内容	43.7%
		要望、期待	26.4%
		利便性	11.5%
		その他	18.4%
否定的な意見	19.5%	実習時間	41.7%
		操作性	37.5%
		教材内容	8.3%
		その他	12.5%
その他	9.8%	—	—

約半年間、様々な技術・技能分野に関する実技研修を実施している。その中の1研修内容である「アーク溶接基礎研修」において、今回開発した溶接技能指導システムを導入した。

アーク溶接基礎研修は3日間の研修コースであり、座学形式による知識学習と、実習形式による実技演習にて構成される。座学では教科書を使用し、一斉講義形式で授業が行われ、実技演習では20名程度を1グループとして2名の指導員により、実技指導が行われる（表3）。

なお、携帯情報端末は、アーク溶接時の火花が直接被らない場所に設置し、また、スラグによる液晶画面への疵や落下による破損を防ぐため、外装ケースに収納し、耐久性を強化した上で導入した。

3.2.2 導入結果1（受講者アンケートより）

表4は、受講後に実施した自由記述形式での受講生アンケート内容を整理した結果である。受講生の7割以上が肯定的な意見であった。実習支援用ツールの導入では、実習内容の作業手順の確認や、溶接後に自分の結果とお手本や失敗例を比較するような活用方法が見られた。利便性の点では、自分のペースで活用できる点がよいとの意見があった。要望事項として、予習・復習での活用を希望する意見があった。一方、否定的な意見では、もともと研修時間構成に余裕がない点もあり、コンテンツや実習支援用ツールを見る（活用する）時間が割けない、実際の溶接に夢中となり見る機会がない、講師に直接指導してもらいたいとの意見があった。

3.2.3 導入結果2（講師ヒアリング結果より）

今回の試行実践では、講師（指導者）と受講生（学習者）が40歳以上の年齢差がある中での導入であった。当初、講師（指導者）側から、新しいツールを活用しての研修に対する抵抗感があるのではないかと心配されたが、試行錯誤を繰り返しながら、研修支援ツールとしての積極的な活用が見られるようになった。講師からは、コンテンツが実技指導内容に沿って構成されており、かつ受講生一人一人に実習作業内容の手順やポイントを、ビジュアル提示可能である点が有効である、との意見が得られた。一方で、受講者アンケート結果での受講生からの否定的な意見にもあるように、新しいツールの導入により、研修形態も見直していく必要がある点が、今後の課題として明確になった。

4. ま と め

本稿では、初級者の溶接基礎技術訓練用に開発した溶接技能教育用ビジュアル教材と、携帯情報端末を活用した溶接技能指導システムについて報告した。

2006年の運用開始から約2年が経過したが、受講者からは「技術の勘所が体系的に詰まっていて便利」、「動画中心なので技能のポイントが理解しやすい」と好評である。また、指導者からも、「本システムの導入により、現場で手とり足とり教えるより飲み込みが早い」との感想が得られている。現在、イントラネット／インターネット経由でも利用可能なシステムを検討中である。

参考文献

- 宗陽一郎他：状況的学習論に基づいたモバイル端末活用型技能教育支援システムの開発，日本教育工学会 第22回全国大会講演論文集（2006），39-42。
 江部宏典他：ベテラン社員の技能（技）やノウハウの教材化手法についての1提案，日本教育工学会 第22回全国大会講演論文集（2006），441-442。
 中村他：溶接技能教育用教材と携帯マルチメディア端末を活用した実技支援，（社）雇用問題研究会，「技能と技術」誌（2007），25-32。