



共同研究会品質管理部会非破壊検査小委員会 (WG-13)

鉄鋼業における NDE 技術者の教育訓練 と資格認定制度

委員長 伊 庭 敬 二*

Non-destructive Inspection Subcommittee (WG-13) of Quality Control Committee, the
Joint Research of ISIJ

Non-destructive Testing Personnel Education, Training and Qualification
System in Iron and Steel Industries

Keiji IBA

1. 緒 言

我が国 NDE 技術の発展に鉄鋼業の果たした貢献は多大であり、導入当初よりあらゆる分野で常に先駆的役割を担ってきた。昨今の鉄鋼 NDE 技術は、鉄鋼製品の高度化・多様化への対応、生産性の向上、新プロセスの開発を可能にすべく、独自の発展を経ている。CPU 制御による高速多チャンネル自動探傷装置、各種表面疵探傷装置などはその典型的なものである。

一方、自動探傷装置の普及に伴い、NDE 技術者は単に NDE に関する知能、技能ばかりでなく、自動化された探傷装置の総合知識も必要となつてきている。

鉄鋼業では、NDE 技術の進歩、発展に対応して、NDE 技術者の教育訓練にも力を注いできた。NDE 技術者のレベルを明確にし、それを維持するため、昭和 40 年代の始めにはすでに資格認定制度が導入されており、同年代の後半には American Society for Nondestructive Testing (以降 ASNT) の SNT-TC-1A が資格認定制度のモデルとなつてきた。現状 NDE 技術者の資格認定制度は品質保証体制の重要な位置を占めるに至っている。

昭和 51 年 11 月から日本鉄鋼協会は、NDE 技術者資格認定制度の維持向上をテーマとして鉄鋼各社の交流を始め、更に進んで教育訓練カリキュラムの検討、認定試験レベルの統一、標準試験問題の作成等を共同で推進し、この制度をより客観性のあるものにしてきた。この結果、鉄鋼業の資格認定制度は、鉄鋼製品ユーザーから品質保証の重要な仕組みとして一定の評価を得るに至った。

本報は、鉄鋼業における NDE 技術者資格認定制度の現状と日本鉄鋼協会で行っている関連活動の一端を紹介し、関係者の参考に供せんとするものである。

2. 鉄鋼業における NDE と NDE 技術者

2.1 鉄鋼品質保証における NDE の位置付け

鉄鋼会社の高付加価値品製造志向及びユーザーサイドの品質要求の高度化に対応して、品質保証の基本的手段である NDE の役割はますます増大しつつある。

鉄鋼業における NDE は、当初、最終製品の合否判定を目的に導入されたが、その後、技術の進歩と共に「最終工程から中間工程」、「冷間探傷から熱間探傷」へと適用拡大され、同時に疵検出精度も大幅に向上した。

現在、各製鉄所で、製品・工程別に適用されている NDE の種類、自動化の程度、適用目的などの概要を表 1 に集約した。

また、自動化率を明瞭に示す事例として、超音波探傷での、機器対応別処理量を図 1 に示した。

製品別に各種の NDE が適用され、品質保証向上に大きく寄与していることがわかる。

自動、手動の適用区分に関しては、オンラインでの一貫処理が必要なスラブ、ビレット等の素材及び鋼板、鋼管、条鋼等の製品は、大部分自動探傷で処理されている。

一方、鍛鍛鋼品及び一部の高付加価値製品に対しては、形状要因や精密な欠陥評価の必要性等により、主として、手動探傷にて処理されている。

しかし、これらの製品も自動化技術の発展により、順次自動探傷に移行しつつある。

昭和 62 年 1 月 22 日受付 (Received Jan. 22, 1987)

* 本会共同研究会品質管理部会非破壊検査小委員会委員長 川崎製鉄(株)薄板技術部部長 (Sheet and Strip Technology Dept., Kawasaki Steel Corp., 2-2-3 Uchisaiwai-cho Chiyoda-ku, Tokyo 100)

Key words : cooperative research ; non-destructive inspection ; iron and steel ; personnel education ; personnel training ; personnel qualification system.

表 1 鉄鋼製品への NDE 運用状況

製 品	対象疵	NDE の種類*	機器対応*2			目的*3	
			自動	半自動	手動	保証	管理
スラブ ブルーム ビレット	表面疵	MT ET	○	○			○
	内部疵	UT	○		○		○
棒 鋼	表面疵	MT ET MLFT	○	○			○
	内部疵	UT	○		○	○	○
線 材	表面疵	ET MT	○		○	○	○
形 鋼	表面疵	ET	○			○	○
	内部疵	UT			○	○	
厚 板	表面疵	MT PT			○	○	
	内部疵	UT	○		○	○	
熱延板	内部疵	UT	○				○
冷延板	表面疵	光学式	○				○
	内部疵	UT	○				○
中小径 鋼 管 (シームレス管 電縫管)	表面疵	ET MLFT MT UT	○	○			○
	内部疵	UT	○				○
大径鋼管 (UOE 管)	表面疵	MT		○			○
	内部疵	RT UT	○	○	○	○	○
鍛 鋼	表面疵	MT PT			○	○	
	内部疵	UT RT			○	○	

* RT: 放射線探傷 UT: 超音波探傷 MT: 磁粉探傷

MLFT: 漏洩磁束探傷 PT: 浸透探傷 ET: 渦流探傷

*2 自動機器: 材料の搬送のほかに合否判定も自動的にできる機器

半自動機器: 材料の搬送などは自動的に行うが合否判定は目視で行う機器

*3 適用目的が保証、管理の両方の場合、比重が高いと思われる方に○印をした

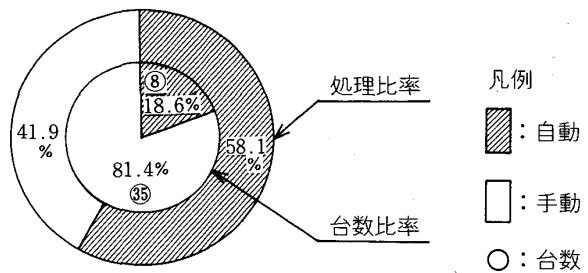
一方、昨今、ユーザー及び各種検査機関による工場監査は、品質保証の定例的業務として、適用されるようになってきた。我が国の鉄鋼会社では、品質及び生産性向上への、たゆまぬ努力により、現在では製造設備及びプロセス技術に関しては、ほぼ最高レベル近くまで到達している。従って、品質保証体制と、その運営内容が工場及び製品評価の主たる対象となり、このため NDE 関係の品質保証に対する位置づけが、極めて重要視されるようになってきた。

2・2 NDE 技術者認定の基本的考え方

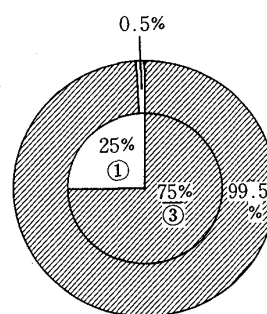
NDE の基本項目は装置と人であり、特に、教育認定された技術者による業務運営は、品質保証の不可欠な事項と判断される。

従って、技術者育成、認定に対する最適な NDE 資格認定方式の適用が極めて重要である。

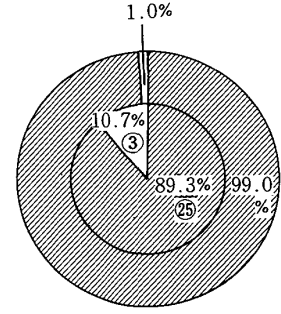
以上の観点と、鉄鋼業の生産形態及び周辺環境等を考



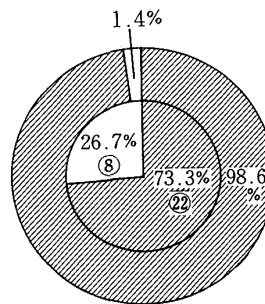
(a) 厚板 (調査ミル: 7)



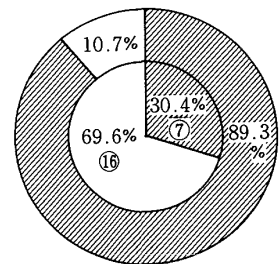
(b) 棒鋼 (調査ミル: 3)



(c) シームレス管 (調査ミル: 7)



(d) 電縫管 (調査ミル: 6)



(e) UOE管 (調査ミル: 4)

図 1 鉄鋼における品質保証用超音波探傷の自動化率

慮して、NDE 技術者の必要な育成、認定の基本方式は、以下のごとき内容と考えられる。

(1) 品種別大量生産方式……対象品別の技術者育成、認定方式の適用。

(2) 自動探傷装置の大幅採用……自動装置のオペレーターとしての実技 (装置の総合知識と実操作) 主体の教育方式。

(3) 高付加価値品の生産拡大……上記オペレーターとは異なる、NDE 評価技術者としての製造、規格等を含めた専門教育の適用。

(4) 輸出品の割合大→国際化への対応……諸外国に通じる資格認定方式の適用。

これらの基本条件を満足する方式を、日本及び諸外国の実施内容を基に種々検討した。

ASNT 方式は、品種別 NDE 技術者の育成、認定を前提とし、技術者の Level 区分、Ⅲ, Ⅱ, Ⅰに対応し

表 2 鉄鋼における NDE 資格認定制度への対応状況

昭和	日本非破壊検査協会認定活動	鉄 鋼 に お け る 対 応 状 況		ASNT, ASME 認定関連活動
		鉄 鋼 各 社	鉄 鋼 協 会	
40年	NDE技術講習会の実施	導入準備期 社内外講習による技術者の育成		
45年	技量認定規程制定(43年) 全部門第1回認定試験(44~45年)	認定制度導入・向上推進 各社ごとに認定制度導入・向上推進		SNT-TC-1Aの実施開始(43年) ASME SNT-TC-1Aを採用
50年	特級の第1回認定試験(48年) 春秋認定試験方式確立(48年)	社内認定普及・向上 鉄鋼共同での制度統一化活動と普及 認定制度導入率 67% (第2回調査) ↓ 76% (第3回調査) ↓ 96% (第4回調査)	非破壊検査懇談会(51年) 資格認定の第一回実地調査(51年) 非破壊検査小委員会設置(52年) 技量認定に関しNDI協会と懇談(53年) 技量認定に関するWG発足(53年) 実地調査及び協会内統一への検討(55年)	ASME SecIII適用物件日本受注(46年) ASME SecIIIの材料製造者にQS要求を設定(48年)
55年	講習会での代替試験制度(51年) 3級認定試験開始(53年) 相互間登録制度開始(54年) (軽金属, 日本L/Pガス)		認定試験問題集作成(57年) 実地調査と今後の課題検討(59年)	ASNTによるLevelIIIの認定開始(51年)
60年				

て実務との関連が明確化されており、基本的には上記要求に、ほぼ合致する内容である。

従つて、最終的に、ASNTのSNT-TC-1Aをモデルにすることが、最適と判断した。

3. NDE技術者の教育訓練及び資格認定

3.1 鉄鋼における認定制度の導入と日本鉄鋼協会の対応

鉄鋼各社においては、早くからNDE技術者の教育訓練に取り組み、資格認定制度が積極的に導入された。認定制度の導入状況とそれに関連する日本鉄鋼協会の活動状況を表2に示す。

制度導入当初、各社それぞれに日本、米国などの認定制度を参考にし、各社の実情に合わせた制度化とその運用を行っていた。その中で前述したように、鉄鋼に適したASNT方式を基本とする社内認定制度が増えていった。

昭和51年、鉄鋼協会の中に非破壊検査を共同で検討する場が設けられ、NDE技術者の資格認定制度は重要課題として取り上げられ、情報交換のみならず教育訓練カリキュラムの検討、標準試験問題作成などを共同で推進し、鉄鋼の考え方に沿った認定制度を作り上げている。

非破壊検査小委員会が行う資格認定に関する定期実態調査では、昭和58年の社内認定制度導入率は96%に達し、鉄鋼の考え方に沿った認定制度が普及、定着して

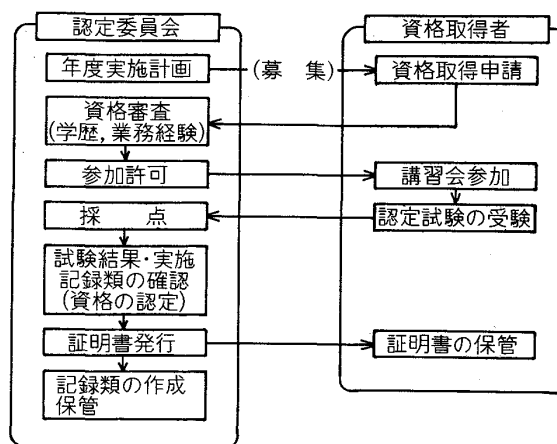


図2 資格認定フロー

いることが伺える。

3.2 資格認定制度

(1) 認定組織

鉄鋼各社におけるNDE技術者認定業務は、NDE資格認定委員会により運営、管理される。

① 全社NDE資格認定委員会

本委員会は、制度の運営、技術者育成の基本方針を検討決定する。

ただし、この全社認定委員会の機能は全社的なNDE関連会議で代替される場合がある。

②事業所 NDE 資格認定委員会

全社 NDE 資格認定委員会の基本方針を受け、事業所における認定規程に基づき、教育訓練認定試験を実施し、その結果により資格の認定及び証明を行う。

(2) 資格の認定

事業所における資格認定は、図 2 のようなフローで行われる。講習会、認定試験は、認定委員会の決定を受けて、Level III 技術者及びその指示する者が実施する。

認定委員会では、認定試験の結果や各種の記録を最終確認の上、資格の認定を行い、証明書を発行するとともに資格を証明する記録類を保管する。

(3) 資格認定区分と責任・役割

各社の資格認定規程では、資格はレベル I、II、III に区分され、各資格区分の責任・役割は表 3 のとおりである。

3.3 教育・訓練

(1) 教育・訓練時間

鉄鋼においては基礎教育に加えて、特定材料に関する NDE 知識、材料・自動装置に関する知識などの専門教育にもかなりの時間を費やし、図 3 に示すように SNT-TC-1A リコメンド時間を超える教育を実施している事業所も多い。

(2) テキスト

専門教育は、「鉄鋼製造法」「溶接法」「鋼管の NDE 法」「厚板の NDE 法」「自動探傷装置」「NDE 規格・標準類」

などの社内テキスト及び各種 NDE 関連データなどの資料を使つてテキストを構成し、鉄鋼の品質保証に必要な知識技能を教育する。

なお、基本教育は、日本非破壊検査協会の A テキスト、B テキストをはじめ、市販のテキストを活用することが多い。

(3) 試験問題集

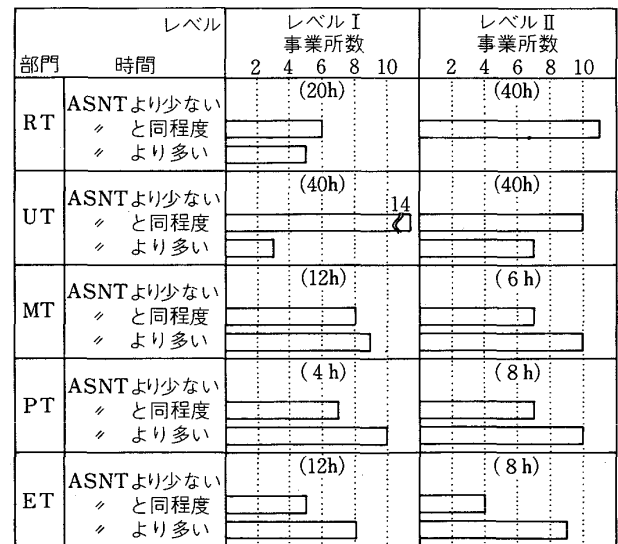
専門試験問題は、前項で述べた鉄鋼専用テキストを参考に作成する。

日本鉄鋼協会・品質管理部会・非破壊検査小委員会では、専門試験問題を共同作成しており、各社のレベル合わせの目安として大いに活用され、試験問題作成における客観性が付与される。

一般試験問題については、ASNT 例題集及び日本非破壊検査協会の問題集を参考にし、試験問題が作成されている。

表 3 資格レベルと責任・役割

資格区分	責任・役割
レベル I	1) 認定された非破壊試験部門（以下、認定部門という）について、指示書に従つて規定された装置の校正、規定された非破壊試験の実施、規定された合否判定業務の実施と試験結果の記録ができなければならない。 2) 認定部門の II 級または III 級技術者から、必要な指示と監督を受けなければならない。
レベル II	1) 認定部門について装置の組立及び校正、並びに適用規則・規格・仕様にもとづいて、試験結果の解釈と評価ができなければならない。 2) 認定部門の試験方法の適用範囲と限界について精通していなければならない。 3) I 級技術者以下の者の業務中訓練及び指導に対して、任命された責任を果たさなければならない。 4) 認定部門での非破壊試験の指示書が作成でき、かつ試験結果のまとめと報告書の作成ができなければならない。
レベル III	1) 認定部門について、試験方法の決定と標準の制定ができ、かつ諸規則及び諸標準の解釈と使用すべき試験技術部門と探傷方法、標準の指定ができなければならない。 2) 認定部門について、任命された非破壊試験諸業務に対して責任があり、非破壊試験結果について、既存の諸規則及び諸標準に従つて解釈し合否判定ができなければならない。 3) 非破壊試験の方法や判定基準に関し、使用すべき方法や判定基準が無い場合に、その探傷方法を確定し、かつ判定基準の制定に協力できるように、適用される鋼材、製作、建造方法及び鋼材製造技術に関し十分な実務的知識を有していなければならない。 4) 認定部門以外で使用されている試験技術部門について、広汎な知識を有していなければならない。 5) I 級技術者及び II 級技術者を資格証明するための教育訓練と認定試験を行うよう資格づけられていなければならない。



注：()内は ASNT-1A でリコメンドする教育時間数

図 3 教育・訓練時間



図 4 教育機材の準備状況

(4) 講師

講師は Level III 技術者が中心となり、必要な知識技能を教育訓練する。

さらに特定製品の NDE 技能については、その職場の

表 4 QA 監査における NDE 資格への要求事例

資格者に対する具体的要求例	资格要求の対象となっている製品工程	要求の対象とされた資格の種類
1. 認定規程の提出	厚板・鋼管(SML・UO・ERW)	ASNT
2. 認定制度の運用状況チェック	厚板・鋼管(SML・UO・ERW)・条鋼・鍛鋼	ASNT
3. 教育内容のチェック	鋼管(SML・UO・ERW)	ASNT
4. 有資格者リストの提出	厚板・鋼管(SML・UO・SP・ERW)・条鋼・鍛鋼	ASNT ASNT+JSNDI JSNDI
5. 事業所全体の資格者数提示	厚板・鋼管(SML・UO・ERW)・条鋼	ASNT +JSNDI
6. 担当レベルⅡの証明書提示	厚板・鋼管(SML・UO・ERW)	ASNT
7. 検査要領書(標準)への資格者によるサイン	厚板・鋼管(SML・UO)	ASNT
8. 検査記録への有資格者のサイン	厚板・鋼管(SML・UO・ERW)・条鋼	ASNT
9. オペレーターの免許証提示	厚板・鋼管(SML・UO・ERW)・条鋼・鍛鋼	ASNT JSNDI
10. NDI 作業に対する具体的資格レベル要求(校正作業、磁粉模様観察→Level II)	厚板・鋼管(SML・UO・ERW)	ASNT
11. 技量のデモンストレーション要求	厚板・鋼管	ASNT
12. QSM の提出	厚板・鋼管(ERW・UO・SML)	ASNT
13. 検査マニュアル提出	厚板・鋼管・条鋼	ASNT

高度技能者が細やかな訓練も行う。

また、必要により電気計装、コンピューター部門の高度専門技術者に講義を依頼することもある。

(5) 教育用機材

実習室、実習装置、実習用試験片などは、図 4 に示すごとく各部門とも専用の教育機材を準備しているところが多く(50% 超)、機材の充実度はかなり進んでいる。

しかし、受講者にとってより貴重な教材は、目前にある多種多様な NDE 諸装置。システムであり、膨大な量の試験体である。受講者はこれら教材および上位資格者を通じ、まさに自分が必要とする知識、技能を日々教育訓練される。

3.4 資格認定及び検査に対する QA 監査

各事業所は、各種協会(ASME, API, TÜV など)やユーザーなど第 3 者から品質保証体制について厳しい審査を受ける。

その中で、NDE は品質保証の要めとして NDE 専門家による特別な監査が行われることが多い。

表 4 に監査時のチェック項目と対象製品工程を示すが、監査は資格認定及び NDE 検査業務など多岐にわたる。

さらに事業所内では、品質保証責任者により社内的に監査が行われ、この場合も資格認定はやはり重要なチェック項目である。

以上のように、鉄鋼の社内資格認定制度は鉄鋼の自己評価に留まるのではなく、第三者からも合理性、客観性、有効性などの点で現在、高い評価を受けている。

4. 資格認定者の活動

事業所においては、図 5 に示すような日常生産活動に

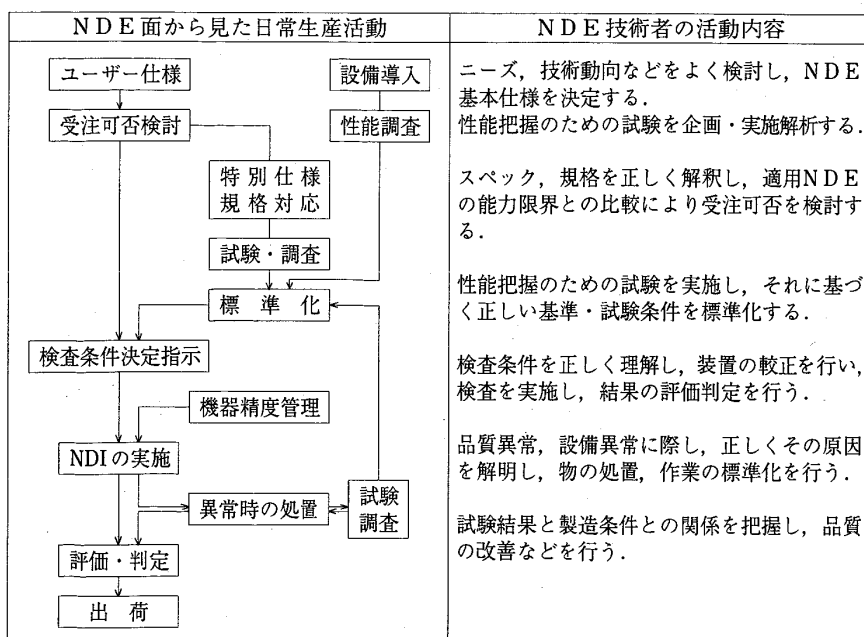


図 5 NDE 業務フローと NDE 技術者の活動

において、教育、認定された NDE 技術者により各生産工程での必要な業務運営が行われている。

鉄鋼各社は、NDE 検査における具体的作業項目と資格レベルの対応について表 5 のような共通認識をもっている。

鉄鋼の NDE は「作業の標準化が進んでいる」、「自動化比率が高い」などの特徴を有することから、日常検査の中でレベルⅠ資格者が実施する作業が非常に多い。

またレベルⅡ資格者はレベルⅠ資格者を指導し、標準類の作成、問題点の解析・改善することへの協力など中

表 5 具体的 NDE 作業項目と資格レベル

作業区分	作業項目	レベルⅠ	レベルⅡ
1. 探傷準備	(1) 作業標準・指示遵守, 作業 (2) T、P の準備 (3) 検出器 (部) の準備 (4) 組替・段取り作業 (5) 機器の日常、点検、チェック	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
2. 校正作業	(1) 探傷器の調整 (2) 校正装置の運転 (3) 校正出力の確認 (4) 校正条件・結果の記録 (5) 異常時の連絡・報告 (6) 異常時の解析	○ ○ ○ ○ ○ —	○ ○ ○ ○ ○ ○
3. 探傷作業	(1) 搬送装置の運転、監視 (2) 探傷器の監視 (3) 探傷結果出力の確認・評価 (4) 探傷結果の記録・報告 (5) 検出欠陥の目視等による確認 (6) 異常時の連絡・報告 (7) 異常時の解析	○ ○ ○ ○ ○ ○ —	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
4. その他	(1) レベルⅠ検査員の教育・指導 (2) 標準類の立案・見直しの提案 (3) 問題点の解析・改善策の提案 (4) 関連規格の理解 (5) 該当規格の理解 (6) 検査方法の適用範囲と限界の熟知	— — — — — —	○ ○ ○ ○ ○ ○

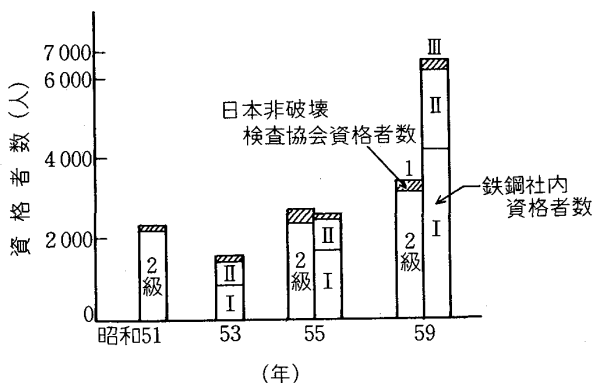


図 6 鉄鋼の NDE 資格者数

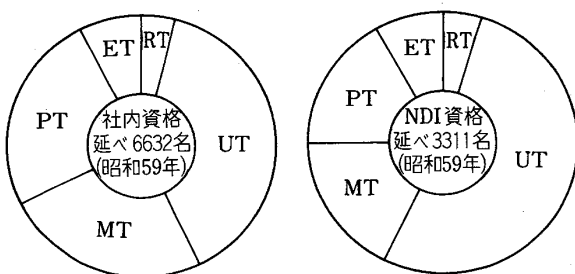


図 7 NDE 部門別資格者構成比

堅技術者としての業務を担当する。

5. 資格認定者数

鉄鋼における社内認定資格者数と、日本非破壊検査協会資格者数の増加傾向を図 6、各技術部門の構成比率を図 7 に示す。

鉄鋼の社内認定者数は昭和 55 年ごろから急速に増加している。この増加の要因としては、

①社内認定制度を、技術力向上を目的に中間製品、薄板、設備部門などの技術者にも適用拡大した。

②社内認定制度を要求する製品系列が増えた (厚板⇒鋼管・棒鋼・鍛鍛鋼)。

③工場認定、受注の条件として社内認定制度を要求することが多くなった。

などが挙げられる。

以上のように社内認定制度は、各事業所で品質保証体制の一貫として定着すること久しい。

しかしながら、図 6 に見られるように日本非破壊検査協会資格は、その認定開始当初から積極的に取得してきたことから、社内認定者数の約半分に及ぶ人数がいまだ日本非破壊検査協会資格を有している。

このように NDE の資格を二つ有することに関しては、鉄鋼各社ともその必要性和技量管理のあり方などからかなり疑問視する向きもある。

6. 結 言

鉄鋼業における非破壊検査の自動化・オンライン化、あるいは、これを可能とした長年に至る経験則のソフト化、標準化は衆知のごとくであろう。

一方、昨今の高度・高付加価値製品の開発志向に対応して、これらの品質評価に、従来技術・知見を踏まえた質的向上が新たに要請されている。

こうした背景にあつて、これら検査業務に与かる NDE 技術者の技量管理は、その要件に合致すべく資格認定制度の中に具体化されてき、今後とも従前に増した重みを持つともいえる。

本報告は、鉄鋼各社の NDE 技術者資格認定制度の共通理念として、(社)日本鉄鋼協会非破壊検査小委員会の活動の中で、その客観化を経たところを概要したが、その特徴を要約すれば以下である。

(1) 自動化あるいは標準化著しい鉄鋼 NDE 装置・手法にあつては、試験は所与の作業標準によつて完遂する。

(2) オンラインあるいは連続工程中の検査は、既時的合否判定を強いられる。これに与かる検査員の技量は、その処理する圧倒的物量を考えれば、単に NDE に関する知識、技能に止まらず、装置、システム等の総合的知識と経験に裏付けられるものとなつていく。

(3) 各事業所個々の製品、プロセス、品質特徴に要請

された NDE 対応技量，従つてその管理が肝要である。この意味において資格認定制度は，内部監査の厳しい照査を受ける。他方，これら制度は，社外（第三者）監査による審査に客観性を具備したものとなつている。

鉄鋼各 NDE 技術者は，日々，新たな教材に面し，絶え間ない技量向上に努めている。資格認定制度は，これを助け，評価するものとして定着しており，また，鉄鋼品質保証体制といえは NDE 設備管理と資格認定管理に代表されるほどに，第三者からの評価を得るに至つている。しかし，日本鉄鋼業の従前に増す海外志向の中にあつては，現有資格認定制度の ISO を始めとする諸外国

規格との整合性確保が目下の重大な関心事となつている。

追記：なお本資料は下記に示す WG メンバーにより，現状調査の上作成した。

新日本製鉄(株)；野村悦夫，木村新一郎
日本鋼管(株)；西藤勝之（リーダー），中野哲夫
川崎製鉄(株)；塙凡夫，守井隆史，向山純三
住友金属工業(株)；中西章人，平田義憲
(株)神戸製鋼所；古賀博之
大同特殊鋼(株)；中瀬久生