1 解説

原子力機器に対する ASME の N, NPT スタンプ

(株)神戸製鋼所化工機工場) 山本 俊二, 横山 博臣, 山本 丈夫

わが国はもとより世界各国において原子力発電所が建設されるにつれ、材料の製造とか機器の製作に携わる会社が、原子力発電所のための材料、機器を対象にして米国の ASME による工場認定とか、N, NPT スタンプの取得に努力するようになった。米国の会社はもちろん、わが国でも数年前よりかなりの会社が取得している。神戸製鋼所も1977年4月に機器の製作を対象にしてN, NPT スタンプを取得したので、その経験をもとに ASME の N, NPT スタンプについて解説をする。

I. はじめに

原子力を利用する発電システムは、世界各国において種々の問題に直面しながらも、将来のエネルギー危機に対する方策の1つとしてさらに研究開発が続けられ、原子力発電所の建設も促進されていくものと考えられる。

さて、最近特に原子力発電システムの安全性についての論議が盛んである。この安全性の問題は、いわゆる上流側から下流側まで、システム全体に非常に多岐にわたっている。その中の原子力発電所そのものが安全であるためには、発電所の構成機器それぞれの信頼性が十分に高く、かつそれらを組み合わせる過程ならびに発電所の運転が高い信頼性のもとに実行されることが必要であろう。このためには、原子力発電所の設計が技術的に充分満足できるものであることはもちろん、さらに設計を現実化していく製作、建設の過程において信頼性を保証するということが非常に重要である。

原子力発電所が設計され製作、建設がなされ、運転が始まるまでには、数多くの分野で数多くの人や組織が関与する。原子力発電所を所有し運転する電力会社を中心として、設計などを担当するエンジニアリング会社、各種材料、機器の製造会社、サイトでの建設会社、第三者の立場から試験検査を行う会社、さらには発電所が建設される地域の監督官庁など、1つの発電所が完成するまでの関係者の数は莫大である。これらの各関係者がそれぞれの責任をいかに確実に果たすかということが、原子力発電所の安全性を保証するためには重要である。

ASME(American Society of Mechanical Engineers)

は、これらの関係者がそれぞれの担当分野でいかなる責任を持ち、いかなる体制でその責任を果たすべきかについて規定している。ASME は、それを品質保証(Quality Assurance)という言葉で要求している。いいかえると、ASMEは品質保証ということを通じて高い

THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS

Certificate of Authorization

Number N - 1718

THIS IS TO CERTIFY that KOBEL STEEL, LTD., CHEMICAL EQUIPMENT PLANT, 3-1, 2-CHOME SHINMIYA ARAI-CHO, TAKASAGO CITY, HYOGO PREF., JAPAN

is hereby authorized to use the symbol of The American Society of Mechanical Engineers for

CLASS 1, 2, 3 & MC VESSELS AND CLASS 2 & 3 TANKS

in accordance with the applicable rules of the Boiler and Pressure Vessel Code of The American Society of Mechanical Engineers. The use of the Code symbol and the authority granted by this certificate of authorization are subject to the provisions of the agreement set forth in the application. Any construction stamped with this symbol shall have been built strictly in accordance with the provisions of the Boiler and Pressure Vessel Code of The American Society of Mechanical Engineers.

THIS AUTHORIZATION expires on APRIL 29, 1980

Authorized on APRIL 29, 1977 for

THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
by the BOILER AND PRESSURE VESSEL COMMITTEE

Chairman *L.P. Jickel Jr.*

Secretary *W.B. Hoyt*

第1図 ASME の認定証

N, NPT Type Code Symbol Stamps of ASME,
Shunji YAMAMOTO, Hiroomi YOKOYAMA, Takeo
YAMAMOTO.

(1978年 1月23日 受理)

信頼性を確保するように意図しているともいえる。この品質保証に関する要求のすべてを満足している組織に対して、ASME は認定証(Certificate of Authorization)(第1図)を発行し、さらにスタンプ(刻印)を貸与している。このスタンプの1つとして“Nスタンプ”あるいは“NPTスタンプ”と一般に呼ばれているものがある。

II. ASME の活動

ASME は、多くの分野における様々な活動を委員会形式で推進しているが、その中の1つに Codes and Standards 部門がある。ここは規格標準に関する活動を分担しており、国際規格のISO、米国規格のANSI等への参画とともにASME独自の規格を制定している。この部門は約100年の歴史を持ち、今では6,000人以上の技術者がなんらかの役割を果たしているとのことである。

この部門の委員会の1つにBoiler and Pressure Vessel Code Committeeがあり、ボイラーおよび圧力容器関係の規格「The ASME Boiler and Pressure Vessel Code」(ASME規格)を制定している。本委員会は、ただ制定するだけでなく、その後の維持に非常に努力している。例えば、ASME規格は常に見直しが行われて半年に1回必ず改訂がなされる。さらに、ASME規格を使う立場の人がASME規格の解釈上の疑義について、直接委員会へ問い合わせることができるようになっており、委員会はこれに対して必ずなんらかの回答をしてくれることである。これは質問者の国籍を問わず実行されている。

III. ASME 規格

1. ASME 規格作成の歴史

ASME規格が現在の姿になり、信頼性の問題とどのようにかかわっているかについて、まずその歴史を調べてみよう。詳しくはASMEの出版物⁽¹⁾に述べられているが、概略は次のとおりである。

まず、米国においてボイラーの事故防止に関する安全規則を作ろうとする試みが1817年以前すでに始まっていた。1833年にはSteamship Inspection Laws(いわば蒸気船検査法)が制定されている。しかし、ボイラーの爆発事故はその後も増え続け、1865年にはミシシッピ河においてボイラーの爆発により蒸気船に乗っていた1,500人もの人が死ぬという事故が発生した。さらに1898~1903年の5年間には、約1,600件もの事故が発生して約1,200人もの人が死んでしまった。こ

のような状況において、マサチューセッツ州当局は1905年に発生した事故を契機として、遂にボイラー事故防止のための法律を作り、1907年に制定した。これに引き続いてその他の州もそれぞれ独自に法律を定めていったが、そのうちにそれらの州法が互いに異なることによって、ある州で認められたボイラーが他の州では州法に合致しないため使用できないという問題が生じてきた。

このようなバラバラの状況を改善すべく登場したのがASME規格である。1915年にはボイラーに関する最初の規格(現在のSection 1)が作成され、ついで1925年には火なし圧力容器に関するASME規格(現在のSection VIII, Division 1以下Sec. VIII, Div. 1と略)が発行され、1963年には原子力発電用機器に関するSec. III, 1968年にはSec. VIII, Div. 2が発行された。

ASME規格がこのように充実してきた間に注目すべきことは、設計計算の安全係数がだんだんと小さくなってきていることである。最初のSec. VIII, Div. 1では5であった安全係数が1942年の改訂で4に下がり、Sec. IIIとSec. VIII, Div. 2では3が採用されている。ボイラーの爆発事故防止のための州法が作られ、その後米国全体に共通する基礎としてのASME規格が誕生し、改訂を重ねていくうちに圧力容器全体の信頼性が向上し、そのことが安全係数が小さくなってきたことに現れているといえるであろう。

2. ASME 規格の特徴

現在のASME規格は第1表に示すように合計11のSectionで構成されている。この中で原子力発電用機器に関するものはSec. IIIとXで合計10冊の本に収められている。このほか、すべての種類の機器に共通するものとして、材料に関してSec. II、非破壊検査に関してSec. V、溶接の認定試験に関してSec. IXがある。ASMEはこれらの規格すべてを半年に1回ずつ見直し、改訂された点についてはその都度Addendaとして発行しており、さらに3年に1回は全ページの刷直しを実施している。1977年はこの刷直しの年に当り、この年の版を1977年版と呼んでいる。半年ごとに発行されるAddendaの発行日は毎年7月と12月に決っており、それぞれSummer Addenda, Winter Addendaと呼ばれている。

ASME規格は、それ自体では法律としての性格は持っていない。しかし、米国(カナダも含む)のほとんどの州がその州法においてASME規格に従うことを要求しているので、実質的には米国全体に共通な法律のようなものであろう。各州がどのようにASME規格を採用しているかについては、要約した資料⁽²⁾によ

第1表 ASME 規格(1977年版)の構成

Sections	
I	Power Boilers
II	Material Specifications
	Part A Ferrous Materials
	Part B Nonferrous Materials
	Part C Welding Rods, Electrodes and Filler Metals
III	Division 1 and Division 2 Nuclear Power Plant Components: General Requirements
	Division 1 Subsection NB- Class 1 Components
	Subsection NC- Class 2 Components
	Subsection ND- Class 3 Components
	Subsection NE- Class MC Components
	Subsection NF- Component Supports
	Subsection NG- Core Support Structures
	Appendices
	Division 2 Code for Concrete Reactor Vessels and Containments
IV	Heating Boilers
V	Nondestructive Examination
VI	Recommended Rules for Care and Operation of Heating Boilers
VII	Recommended Rules for Care of Power Boilers
VIII	Pressure Vessels
	Division 1
	Division 2 Alternative Rules
IX	Welding and Brazing Qualifications
X	Fiberglass-Reinforced Plastic Pressure Vessels
XI	Rules for Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Components- Division 1

り概略を知ることができる。

3. National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors

ASME が ASME 規格を作成し最新に維持する、いわば法の内容を作る組織とすれば、その内容が実際に正しく適用されていることを検査する組織として National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors (以下 National Board と略)がある。米国各州の主任検査員 (Chief Inspector) などがメンバーになっており、米国全体に統一した同一レベルの法律が適用されるように調整することを目的として組織されている。National Board は機器の製作会社で、各機器の試験検査を実施する検査員 (Authorized Inspector) の訓練、試験、認定ならびに登録もしている。さらに、国内に設置された機器に関する製造者の Data Report を永久保管する業務も行なっている。

4. Authorized Inspector

Authorized Inspector (以下 AI) は、前述したように、National Board に登録されるほかに、州当局に認可された保険会社 (Authorized Inspection Agency) に雇われる必要がある。その上、実際に試験検査を実施するに当たっては、当該機器が設置される州にも登録されていなければならない場合が多い。

5. ASME 規格の適用

ASME 規格 Sec. III に従って原子力発電用機器を製作する場合には、次のように作業が進められる。

- (1) まず、Manufacturer (製作者) は、Authorized Inspection Agency と、ASME 規格に定められた試験検査を実施してもらうことに関して契約を結ぶ。
- (2) 次に Manufacturer は、ASME に対して、工場認定証 (Certificate of Authorization) を発行するよう申請する。
- (3) ASME は、National Board および Authorized Inspection Agency と共同でその Manufacturer へ出向いて審査する。もし合格と判定したなら認定証を発行して、ASME 規格に従って機器を製作してもよいと許可し、スタンプを貸与する。
- (4) Manufacturer は、客先と機器製作の契約を結び製作に着工する。
- (5) Authorized Inspection Agency は、あらかじめ結んだ Manufacturer との契約に基づいて AI を派遣する。AI は Manufacturer の製作スケジュールに合わせて検査を実施する。
- (6) 機器が完成すると Manufacturer は Data Report を作成する。AI はこれに署名して、機器が ASME 規格に完全に合致していることを証明する。
- (7) この AI の証明がなされた後、Manufacturer は機器の Name Plate にスタンプを打刻する。(第2図)

N スタンプ

NPT スタンプ

第2図 N, NPT スタンプ

- (8) Manufacturer は、機器を出荷するとともに、Data Report を National Board に送って永久保管してもらう。

以上でわかるように、スタンプは、ASME 規格に完全に合致した機器であることを証明するシンボルとして用いられるものであるから、AI の許可がない限り打刻することは許されない。

Ⅳ. ASME による工場認定

前章で述べたように、機器を ASME 規格に従って製作する場合には、必ず事前に ASME から認定を受けて認定証を持ち、同時にスタンプを保有していなければならない。ASME による工場認定が ASME 規格に明文化されたのは1971年版からである。当初は米国およびカナダの Manufacturer だけしか対象にされていなかったが、米国政府が「ASME の認定制度は Manufacturer の国籍にかかわらず適用されるべし」と訴え、米国連邦地方裁判所がこれを認めたことにより、1972年に世界に公開されることになった。

1. 認定の対象

ASME が Manufacturer を審査する対象は品質保証計画(Quality Assurance Program)である。Manufacturer の QA Program が ASME 規格 Sec. Ⅲ の要求に合致しているかどうかについて評価される。この Quality Assurance (以下 QA と略)と呼ばれるものは従来日本には存在しなかった概念であり、正確に理解するのはなかなか困難である。これを理解するには、日米両国の会社運営の相異、個人の教育レベルとか労働意識の違いなどを考えた上で、ASME 規格に規定された QA 上の要求が生まれてきた背景を充分に把握することが肝要である。

ASME 規格 Sec. Ⅲ で定義されている QA とは、計画的で組織的な活動であり、製作または据付けされる機器が ASME 規格 Sec. Ⅲ の規則に合致しているという信頼を与えるものである。いいかえると、製作の途中または最後の段階において実施される個々の試験検査(Quality Control Examination)のほかに、それらの試験検査が実行されたことを保証するための管理活動および文書活動(Quality Control Administration)を包括するものとされている。

Manufacturer は、工場認定を受けるに当って、まず QA Program を QA Manual に詳述しなければならない。この QA Manual に基づいて、その QA Program が ASME 規格 Sec. Ⅲ に合致しているかどうかチェックされ、同時に、QA Manual に記述されたとおり QA Program が実行されているかどうか実際の状況でチェックされる。

2. QA Program に要求される条件

QA Program は、Manufacturer の規模、企業方針、組織などによりそれぞれ独自のものになるであろう。しかし、ASME はそれらの独自性を認めながらも、基本的に必要な条件を設定しており、それらは ASME 規格 Sec. Ⅲ, Div. 1 & Div. 2-General Requirements のパラグラフ NCA-4000 に記述されている。第2表にタイトルだけをリストアップする。

第2表 QA Program に対する要求項目

1. Organization
2. Quality Assurance Program
3. Design Control
4. Procurement Document Control
5. Instructions, Procedures, and Drawings
6. Document Control
7. Control of Purchased Material, Items, and Services
8. Identification and Control of Material and Items
9. Control of Manufacturing and Installation Processes
10. Examinations, Tests, and Inspections
11. Test Control
12. Control of Measuring and Test Equipment
13. Handling, Storage, Shipping, and Preservation
14. Examination or Process Status
15. Nonconforming Material or Items
16. Corrective Action
17. Quality Assurance Records
18. Audits

米国には、そもそも旧 AEC が原子力発電所の設置許可をする基準として、電力会社が遵守すべき内容を定めた規制 10CFR50 "Licensing of Production and Utilization Facilities" の中に、Appendix B "Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants" として QA に関する要求がある(通称 18 Criteria と呼ばれて有名なものである)。これは法律であるから、原子力発電所を有する米国の電力会社はすべてこの 18 Criteria を満足する QA Program を維持している。

これをさらに原子力発電所の使用者だけでなく、設計者、製作者などすべての関係者が守るべき要求事項として定めた基準に、ANSI の N45.2 "Quality Assurance Program Requirements for Nuclear Power Plants" がある。

上記の3つは、対象者についての相異を除けば、その基本概念はまったく同じといってよいであろう。第2表に示した ASME の要求する18項目は、AEC の 18 Criteria に対応させたものであり、内容もほとんど同じものである。それぞれの項目は概略次のことを要求

するものである。

- (1) Organization: QA 活動を実行する人または組織が、十分にしかも明確に定義された責任、権限ならびに QA 上の問題について組織上の自由度を持っていること。さらに製造側から独立しており、圧力を受けないようになっていること。
- (2) Quality Assurance Program: QA Program は QA Manual に詳述され、そこには組織構成、責任の範囲、権限の程度、関係者間の連絡網が明確に記述されること。品質に影響する活動が最適に管理された状態で実行されるようになっていること。不具合品を直ちに発見し、是正措置が採れるようになっていること。すべての材料、機器が、社外から調達したものも含めて、ASME 規格に合致した品質を有していることを必要な時点で確認できるようにになっていること。
- (3) Design Control: 客先仕様書の要求事項が、製作のための図書類に正しく反映されることを保証すること。設計全体が別の人によりチェックされること。
- (4) Procurement Document Control: 購入材料の識別方法、品質証明書、試験検査について指示していること。
- (5) Instructions, Procedures and Drawings: 品質に影響する活動が文書により指示され、実行されること。
- (6) Document Control: 図書類の発行、訂正・差換えを管理すること。これらの図書類は、認められた人によりチェックされた上で発行が許可されること。最新版の図書が製作、試験検査に使用されていることを保証すること。
- (7) Control of Purchased Material, Items and Services: 購入した材料等が要求に合致していることを保証すること。識別、外注先の評価、品質証明書、試験検査について管理すること。
- (8) Identification and Control of Material and Items: 材料、機器が製作中ずっと識別できること。受入れで不合格となった材料、機器が使用されないようになっていること。すべての溶接材料が管理されること。
- (9) Control of Manufacturing and Installation Processes: プロセス・シートなどで管理されたシステムの下で製作すること。プロセスコントロール・チェックリストを用意し、そこに適用図書を示すとともに各工程終了後の署名を行うこと。品質に

影響する活動は最適に管理された状態で実行されること。

- (10) Examinations, Tests and Inspections: 製作途中および最終の試験検査を計画し、機器が指示されたとおりに出来ていることを保証すること。試験をする人は製造とは別の人であり、製造の監督者に直接報告するようにはなっていないこと。試験検査のためのチェック・リストを用意し、そこに適用図書を示すとともに結果および署名を行うこと。あらかじめ定めたホールド・ポイントは、(9)項のプロセス・シートに示すこと。ホールド・ポイントが解除されるまでは次の製作工程に進んではならない。
- (11) Test Control: テストは記述した要領に従って実施すること。そこには、較正された計器、訓練された従事者、条件などが示されること。
- (12) Control of Measuring and Test Equipment: 工具、ゲージ、計器などが適正な状態であり正確であることを保証すること。それらは国家基準などに対比して較正されること。較正状況を示すこと。較正の際に不正確であると判明した試験またはテストの計器については、それまでにその計器が使用された製品に対する処理方法を定めること。
- (13) Handling, Storage, Shipping and Preservation: 材料、機器について運搬、保管、積出し、梱包の際の損傷、劣化、紛失がないように管理すること。
- (14) Examination or Process Status: 製作中の機器に対して実施された試験検査の状況を適当な手段により示すこと。可否も識別できるようにすること。
- (15) Nonconforming Material or Items: 要求事項にはずれた不具合品を誤用することのないように管理すること。不具合品の処置を決定すること。これらは文書化されること。
- (16) Corrective Action: 品質に反する状態が直ちに報告され、原因の追求と再発防止がなされること。これらは文書化されること。
- (17) Quality Assurance Records: 品質保証、製作、試験検査の記録を保持すること。
- (18) Audits: QA Program のすべての点が計画どおり実行されていることを保証するために監査を実施すること。その結果は文書で記録し、不具合に対する確認措置を採ること。

3. 工場審査

ASME は、工場認定を申請した Manufacturer に審

査チームを派遣してその工場の品質保証の状況を審査する。審査チームは次のようなメンバーで構成される。

- (1) ASME の代表者(2人: このうち1人がチームリーダー)
- (2) National Board の代表者(1人)
- (3) 米国電力会社の代表者(1人)
- (4) Authorized Inspection Agency(2人)

審査は約1週間にわたって実施される。上記のチームが3つに分かれ、QA Manualとその実施状況とが並行してチェックされる。後者については、担当者個人との質疑応答がなされるので、工場内関係者全員が何を尋ねられても即答できるように QA Manual に従った作業を遂行することが必須である。

審査チームには認定の断を下す権限はなく、審査結果を ASME の委員会に報告するだけで、最終決定は

第3表 機器の種類とスタンプとの関係

Item	Stamp	Manufacturer
Vessel	N	N Certificate Holder
Pump	N	
Line Valve	N	
Storage Tank	N	
Piping Systems	N	
Core Support Structures	N	
Safety Valve	NV	
Part	NPT	NPT Certificate Holder
Appurtenance	NPT	
Piping Subassembly	NPT	
Component Support	NPT	
All Items	NA	NA Certificate Holder

この委員会で行われる。ここで認定されると、ASME はその Manufacturer に認定証(Certificate of Authorization)を発行するとともに、刻印すなわち N スタンプあるいは NPT スタンプを貸与する。

4. 認定の範囲

ASME の認定は、Manufacturer が申請書に記入した機器についてのみ有効である。機器の種類とスタンプとの関係は第3表に示すようになっている。N スタンプは完成品、NPT スタンプは部品、半形成品、NA スタンプはサイトでの組立て据付けに使用される。

認定の有効期限は3年間であり、3年ごとの更改時には ASME の審査が最初と同様に実施される。

V. おわりに

以上、主に原子力発電用機器の Manufacturer に対して ASME が与える N, NPT スタンプについて説明した。いくらかでも参考になれば幸いである。

なお ASME は、機器以外の素材すなわち板、管、鍛造品、溶接材料などの Manufacturer に対しても認定証を発行している。この場合にはスタンプは必要がないので与えられない。詳細は ASME 規格 Sec. III, NCA-3800 に述べられている。ASME はさらにボイラー、圧力容器の Manufacturer も認定しており、それぞれ S, U, U2 などのスタンプが貸与されている。

— 参考文献 —

- (1) GREENE, Jr., A.M.: "History of the Boiler Code", (1965), ASME.
- (2) "Synopsis of Boiler and Pressure Vessel Laws Rules and Regulations", The uniform boiler and pressure vessel safety, (1971), Uniform Boiler and Pressure Vessel Laws Soc.

○第22回放射化学討論会○

共催 日本化学会・日本分析化学会・本会

日 時 10月1日(日)～3日(火)

会 場 東京都立大目黒校舎B棟

(東京都目黒区八雲1-1-1. Tel. 03-717-0111.)

交通: 東横線都立大学駅(山手線渋谷駅より10分、横浜駅より30分)下車、徒歩8分

討論主題 (1) 放射化学と環境・生命科学

(2) 原子核現象と核外電子

講演申込締切 7月16日(日)

ハガキまたはハガキ大の用紙に、講演1件ごとに下記事項を記入するとともに、別に講演要約(400字前後)を添えてお申し込み下さい。①申込者氏名、②連絡先(郵便番号、所在地、電話番号)、③演題、④発表者氏名(講演者に○印)、⑤所属(略記でよい)、⑥希望講演時間(原則として15分前後)、⑦分類指定(a: 主題1, b:

主題2, c: その他、いずれか記入)、⑧続けて講演希望の場合は題名と順序を書く、⑨その他。

要旨原稿締切 8月27日(日)

講演申込者には折返し所定の要旨用原稿用紙2ページ(図、表を含め2,500字程度)を送付するので、期日内にご返送下さい。

特別講演、分科会(日時、場所)は後日プログラムが決まり次第掲載予定。

講演要旨集: 予価1,500円(9月10日(日)までに申込の方には300円割引、郵送希望者には20日送付予定(〒200円))

懇親会: 10月1日(日) 18:00～20:00

申込先 (〒158)東京都世田谷区深沢2-1-1

東京都立大学理学部化学教室 村上悠紀雄

(Tel. 03-717-0111, 内372)