

溶接部の超音波探傷試験 (UT) 昔話 (序章)

JIS Z 3060「鋼溶接部の超音波探傷試験方法」が近く最新の技術を盛り込んだ改定が予定されている。このJISが最初に制定（1975年）された時の専門委員の多くは鬼籍に入られたか、ご高齢となり制定時のことはほとんど忘れられてしまったようである。筆者はこのJIS制定時の専門委員会の幹事だったので、後輩に昔話を話しておく良いチャンスとして千葉県非破壊検査研究会（CNDI）の研究発表会で「UT研究・普及昔話」と題する講演を行った。その内容を本連載に数回に分けて記すこととし、今回はその第1回として、始まったばかりの当時の超音波探傷技術や関係者の国内外の様子を語ったものである。物語は清水建設が施工した全溶接超高層ビル・朝日東海ビル（1971年竣工）の安全性確保のために、当時の吉川清一社長が筆者に非破壊検査の研究を命じたことに始まる。このビルの検査のために筆者が立案した日本非破壊検査協会202小委員会勧告は非破壊検査協会規格（NDIS2404）となり、JIS Z 3060へと結実した。この規格の制定は多くの人の意思・哲学・熱意・好意・助力・連携の結集で本論はその物語である。

JIS Z 3060「鋼溶接部の超音波探傷試験方法」は2002年版を発行して以来、改定なしに現在に至っている。2015年1月に専門委員会で改正案が審議され、近く最新の技術を盛り込んだ公示が予定されている。専門委員会の主要メンバーが、筆者が会長の千葉県非破壊検査研究会（CNDI）の幹事のため、会の研究会でその説明会が開催された。このJISが最初に設定されたのは1975年、今から41年前である。その時の専門委員の多くは鬼籍に入られたか、ご高齢となり制定時のことはほとんど忘れられてしまったようである。筆者はこのJIS制定時の専門委員会の幹事だったので、溶接部の超音波探傷試験（UT）の研究やJIS制定に至る経緯を話すようにとの依頼が、CNDI事務局長の立川克美氏（JIS改定専門委員の一人）から寄せられた。後輩に昔話を話しておく良いチャンスと思い引き受け、「UT研究・普及昔話」と題する講演を行った。

今回の記述はその序章的内容で、始まったばかりの当時の超音波探傷技術の国内外の様子を述べたものである。今後、本件について断続的に数回に分けて掲載予定である。

日本の超高層建築の曙は鹿島建設が施工した霞が関ビル（1968年竣工）であったことは誰でも知っている。しかし、その前段の話があることは全く知られていない。文献に記録されていない話で、筆者が清水建設勤務時代に、

当時の上司（副社長で退任、既に亡くなれた）から聞いた話である。霞が関ビルの以前に浜松町の貿易センタービル（超高層）の話が清水建設にあり、筆者の上司が密かにその準備作業を命じられたとのことである。しかし当時の経営トップが中止を命じ、準備作業チームは解散させられたとのことである。その後、朝日東海ビル（現・朝日生命大手町ビル、地上29階、地下4階、1971年竣工）の工事の話が持ち上がり、経営トップ（初めて同族以外からの社長）が新技術を導入したいとの意気込みを持たれた。当時、清水建設研究所は宝町の旧本社ビル（清水建設本社は現在ここに戻っている）にあり、地下が構造実験室であった。地下で何かの実験中に社長から呼び出しがあった。作業着と実験靴のまま社長室に行くと「今度超高層ビルを建設する。現場も全溶接とするのでその検査方法を開発せよ！」との下命であった（図1）。

当時、溶接部の検査は放射線透過試験（レントゲン検査：RT）であった。しかし、鉄骨の現場溶接は柱－梁溶接でT継手である。RTでは無理なことは少し勉強しただけで理解することができた。そのためいろいろな非破壊検査方法を調査し、超音波探傷試験（UT）が一番可能性の高いことを知った。筆者がUTの研究を始めた時期は、日本では製鉄会社での垂直探傷試験が主体であった。米国のAWS（アメリカ溶接

協会規格）やBS（英国規格）、DIN（ドイツ規格）では既に何らかの規定が存在したが、まだあいまいなものであった。超音波斜角探傷試験を用いて溶接部の各種欠陥の実データを積み重ね、実際の試験方法を確立したのは、世界中でも筆者であると自負している。もちろん、その実現には多くの人のご指導、ご支援があった。本論は、序章としてまずはその物語である。

当時、超音波斜角探傷試験の装置は日本にも導入されていたが、材料に斜めに超音波を投入して検査する方法は米国スペリー社（その後スペリーランド、現在はハネウェルなどに引き継がれている）の特許で、研究はできても実務には利用困難であった（当時、東京計器製造所、現・東京計器がこの特許を保有）。しかし、その特許もまもなく切れて、西独クラウトクレマー社の超音波探傷器が導入され、実務に活用されるようになった。

筆者がUTの研究を始めたと聞いて、清水建設の当時の機械担当常務（東大電気卒）が機械工場に超音波探傷器があると教えてくれた。これは第二次大戦終了直後に日本無線が開発したUSF-5と言う超音波探傷器であった（図2）。当時、超音波探傷器を日本で開発し、始めていたのは日本無線のほかは三菱電気、帝通、島津製作所であった。

超音波探傷技術の始まりは、ロシア（1929年）とドイツ（1931年）であった

が連続波で実用にはならなかった。現在のパルス法が活用されたのは、英国（1939年）、米国（1942年）であった。米国の方法こそが現在の1探触子パルス反射式で、これがスペリー社の特許であった。1探触子パルス反射法と言う技術は軍事技術で、レーダーによる航空機探知（空）、潜水艦探知（海）技術からの応用であった。第2次世界大戦（1939-1945年）の時期の軍事技術が産業（当時は軍事産業）の超音波探傷技術に応用されていた。筆者が最初に活用した日本の音波伝搬基礎方程式も戦争中の潜水艦探知研究の論文（東工大実吉純一元学長）であった。

筆者がUTの研究に参画した当時、建設界にはこの分野の研究者・技術者は存在しなかった。そのため筆者が教えを頂いたのは金属材料研究所（現・物資材料研究所）の木村勝美氏、明治大学の井元鑑二教授、実務者では千代田加工建設の技術トップの高橋茂氏らであった。青春の一時期を建設と全く関係のない日本のトップ研究者・技術者（金属、電気、重工など）と過ごせたことは大変有意義なことであった。

UTに取り組んで初めて読み始めた雑誌は音響関係、金属材料関係、計測関係などであった。金属分野の超音波探傷研究では当時はドイツのBAM（西独連邦材料研究所）が最も進んでおり、木村先生の紹介でお会いした主任研究

員のビュステンブルグ氏とは世界中の会議で大いに議論したことを思い出す。ドイツは超音波探傷器も開発販売（クラウトクレマー社）し筆者も研究・実務に活用した。この探傷器（USR10W）を筆者に強く勧めたのは千代田加工建設の高橋技術主幹であった。氏は、プラント・压力容器の材料・溶接を専門とする日本のトップ技術者で日本非破壊検査協会（JSNDI）の202小委員会（溶接部の超音波探傷）の委員長（1968-1969年）であった。氏は筆者に建築鉄骨溶接部の超音波探傷試験法の202小委員会勧告案作成を勧め、現場でも利用できる標準試験片A3の作成をも働きかけてくれた。先述の朝日東海ビルの鉄骨溶接部のUTはこの勧告案を用いて行われた。その後も、氏にはご自身の会社の直接の部下を指導するような雰囲気でご自身になって指導頂いた。

1965年に、東京都が水道管溶接部にUTを適用した。早速その検査を実施した日本工業検査の寺田邦夫氏の話をお聞きすることにした。氏はクラウトクレマー社で研修したとのことであった。筆者は彼の紹介で早速西独のクラウトクレマー社を訪問し、クラウトクレマー氏が直接出迎えてくれた。氏には白ワインに洋ナシを搾ったものを入れた飲み物をふるまって頂いた。お会いして知ったことだが、クラウトクレマー社は二人の兄弟で経営して

いる会社で、探傷器は小さな部屋で中年の女性が手作業で組み立てていた。中小企業のような会社で、なんだか心温まる気持ちで帰国したことを思い出す。寺田邦夫氏には、その後も実務で体験したことを教えて頂いた。また、筆者の研究成果を実務で確認して頂き、時には激しい議論を戦わせた。

日本では金材研の木村勝美氏の教えを乞うことにした。木村氏は、JSNDI 202小委員会の委員長（1972-1974年）を務めた。朝日東海ビルの結果を踏まえ、202小委員会勧告を改正して、JSNDI規格（NDIS2404-74 鋼構造溶接部の超音波斜角試験方法および等級分類）を制定した。さらに木村氏を委員長、筆者を幹事にJIS Z 3060「鋼溶接部の超音波探傷試験」を提案、このJISは筆者が木村氏の後任として202小委員会委員長（1975-1979年）の時に制定された。

本連載は、溶接UTの序章である。JIS Z 3060の制定は多くの人の意思・哲学・熱意・好意・助力・連携の結集である。当時の清水建設社長の超高層建築を安全なものにしたいと言う信念、自社の若い部下のように筆者を指導してくれた高橋茂氏、金属理論・音響理論の一から鍛えて頂いた木村勝美氏、現場で会得した現象を惜しみなく開示してくれた寺田邦夫氏、多くの人の力の結集である。社会は多くの人のつながりであることを忘れないでほしい。



図1 溶接部の超音波探傷検査（UT）写真左：朝日東海ビルディング（現・朝日生命大手町ビル・全面的にUTを採用した初めての建物）写真右：UTの実施状況（現在）



私が使用した日本無線製
USF-5A
（清水建設機械担当常務
が1952年に購入）



日本造船などが購入した
日本無線製 USF-5
（N.D.J 30年史）

図2 日本最初の超音波探傷器