

「鉄鋼材料の破壊靱性」特集号刊行に寄せて

鉄鋼材料は機械や構造物の主なる材料として使用されるという使命を持ち続けて、幾世紀にもわたって技術革新の一翼を担ってきました。この間構造物や大型機械の安全性の確保という立場より線型破壊力学が登場し、さらにそれが材料の分野の研究や材料評価に際して取り入れられるようになってから、すでに 20 年以上の歳月を経過しています。その成果は構造物などの設計という立場ばかりでなく、材料設計という観点に対しても、従来の降伏強さ、シャルピー値および遷移温度などの値に代わるものとして、破壊靱性値の限界値としての K_{IC} や G_{IC} 値が用いられるようになり、あらためてそれらに関して多くの研究が行なわれました。その後の鉄鋼材料の研究開発と製造技術の進歩により、在来の鋼種の靱性の改善ばかりでなく、強度と延性を備えた多くの新鋼種の提供が行われ、靱性値の画期的な向上が計られるにおよびました。しかし、一方では線型破壊力学の制約に従っていた解析に関して、実際の鉄鋼材料の使用環境における破壊現象を説明あるいは解析できないことが明らかになってきています。そして限界き裂開口変位値を規準として使用する動きが一時期に現われたこともありましたが、間もなく材料の非線型挙動や塑性変形挙動の力学的取扱に画期的な成果がもたらされ、き裂に対する J 積分の適用、および弾塑破壊靱性 J_{IC} 値に代表されるように、き裂の伝播に際して大きな降伏を伴う弾塑性問題に対してもその有効性が認識されつつあります。これらの研究はきわめて活発に行われ、定期的な国際会議なども度々行われています。一方、金属組織学的観察、フラクトグラフィー、X線回折法、アコースティック・エミッションなどの実験的手法の精密化は材料の破壊の研究に多くの情報を提供しています。しかも、これらは上述した破壊力学の概念との関連において論じられる機会がますます多くなり、鉄鋼をはじめ多くの構造材料の破壊機構の解明に大きく貢献しつつあります。ただ、ここで強調しておきたいことは、それらはすべてといつてよいほど鉄鋼材料を対象に提唱され発展されてきたものであることです。

日本鉄鋼協会ではいくつかの委員会がこれらの事情をふまえて、技術講座や春秋の講演大会の討論会などに破壊靱性の問題を取り上げて参りました。また「鉄と鋼」および「Trans. ISIJ」においても活発な研究発表が行われています。

今回、和文誌分科会において、「鉄と鋼」に「鉄鋼材料の破壊靱性特集号」を計画いたしましたところ、幸に広い分野にわたる破壊の問題に対しての 25 編にのぼる研究論文ならびに技術資料の寄稿をいただくことができました。わが国の鉄鋼の学術・技術における破壊現象研究の活発な状況、学術研究の水準を示します集大成を企画・刊行できましたことは意義のあることと考えます。

さて、本号の内容であります、はじめの 8 編の論文は破壊靱性試験に関するものであります。小型試験片に J 積分の適用を行い J_{IC} 値によつて鋼材の破壊靱性値を積極的に評価しようとする研究発表はこの概念が提案されてからいまだ日が浅いためでしょうか、わずかに 2 編の発表にとどまりました。多くの研究は安全側の概念である K_{IC} や G_{IC} を用いた成果でありました。なかには、大事な部品であるのに高い延性を有する材料であるために、十分な破壊靱性値が求められていなかったタービン・ロータ材について、345mm というきわめて厚い試験片を用意して K_{IC} 値を求めようとした貴重な報文や高圧水素雰囲気中の破壊のような新しい問題の発表などが見られます。これらの発表に対しては、破壊靱性評価における冶金学的因子、力学的解析からの問題点およびフラクトグラフィー研究の動向を述べた技術資料によつて、問題点の整理や指摘を行つていただきました。これらの一連の発表から、小型試験片を用いた経済的かつ手軽に求めることができる破壊靱性値は、多くの注目を浴びているにもかかわらず、依然としてぜい性破壊事故が根絶できないという実情のもとでは大型試験片を必要とする破壊靱

性値の方が信頼が高いとする事情がうかがわれます。破壊靱性値をさきに述べましたように多くの目的に使用するという立場から眺めると、大型の試験片と比較的小型の試験片との表わす値の相関に関する問題が依然として残っていることを物語っています。大規模な共同研究が望まれるところでありますよう。

つぎの 2 編の論文と技術資料とは、最近問題となつています。高速度で伝播する延性破壊に関するものであります。実験室的規模の実験と実際の鋼管の破壊実験の報告のおのおの 1 編が提出されましたがこの問題も実物実験が困難な事情にありながら大径の鋼管の主なる提供者であるわが国鉄鋼業は、重大な課題を与えられたものであるという感がいたします。

鋼材の破壊には必然的に溶接部の靱性が問題となりますが、今回は投稿論文は 1 編の発表に止まっています。この問題につきましては、1 編の講義と 2 編の技術資料によつて、現時点における整理と問題点の指摘を行つていただきました。

後半の 5 編のマルエージ鋼を含む高合金鋼の破壊靱性に関する報文は、将来特殊な用途に注目されます材料に関する貴重な発表であります。また最後の 2 編の疲れき裂の伝播に関する報文は、実は今回の特集号の刊行に当つて期待を持つた分野でありましたが、少数の発表しか得られませんでしたことを残念に思っています。

鉄鋼材料の破壊に関する研究課題はいつの時代にも大きな問題であります。それには製錬、加工、加工熱処理、熱処理といった鋼材製造側の問題のほかに、二次加工や溶接などに至る広い視野に立つた研究と技術の発展という大きな学際的な研究が望まれることから、困難な問題を多く持つているものであります。研究をますます活発にさせていただくことと広い専門領域の方々に本特集号のご批評をお願い申し上げます。

終に、ご多忙中にもかかわらず、貴重なご発表寄稿またはご意見の発表をいただきました方々に厚くお礼申し上げます。

井 上 正 文
内 山 郁
大 西 敬 三
大 橋 延 夫
久保寺 治 朗
中 村 正 久
長谷部 茂 雄