

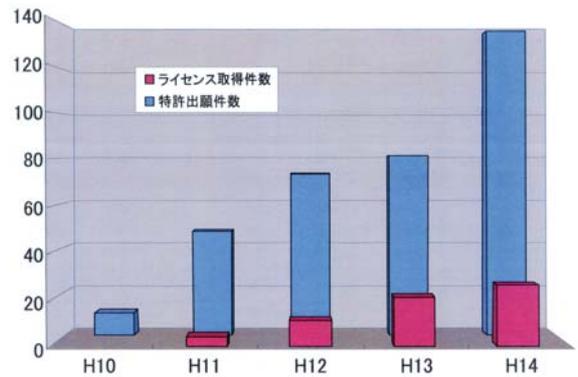
TODAY

「自信」と「期待」



慶應義塾大学

理工学部長 稲崎 一郎



慶應義塾先端科学技術研究センターの特許・ライセンス取得実績

教育と研究活動をとおしての人類、社会への貢献という大学の重要な役割のなかに、言うまでもなくこのような役割を果たすことができる優秀な人材の育成が挙げられる。大学、あるいは大学院で学び培った専門の知識とスキルを、卒業後当該分野で思う存分生かし、社会で活躍してもらいたいと願うのはわれわれ教員共通の思いである。然るに現実はどうであろうか。一時期ほどではないにしても、理工学部のある専門分野で学んだにもかかわらず、それとは全く異なった分野に就職する学生諸君の数は依然として多い。

このような状況は、例えばドイツとは大いに違う。彼らのほとんどは、大学で培った力を十分に発揮できる企業、分野に巣立っていく。異分野に就職することなどを考える学生はほとんどいない。彼らは、大学で培った自分の専門分野の力に「自信」をもっている。受け入れ側の企業の姿勢も日本とは大いに違う。受け入れ側は、彼らの専門分野での実力を信頼し、入社後の当該分野での活躍に大きな「期待」を抱いている。この「自信」と「期待」の関係が今日の日本社会ではうまくかみ合わず、折角の人材が有効に生かされていない

ように思えてならない。

鶏と卵の関係のようにも見える。学生諸君が「自信」をもっていないから、企業も「期待」をしないのか。企業から「期待」をされないから、学生諸君も「自信」もつ気にならないのか。この需要と供給の関係をうまくかみ合わせるうえで、大学が果たすべき役割と責任は大きい。われわれは日頃、学生諸君に「自信」をもたせることを意識して教育、研究指導を行ってきたであろうか。大学に身をおき、教育、研究指導をしている者の一人として、重く受け止めている次第である。

日本の国際的競争力増強方策の一つとして産学連携活性化が叫ばれている。連携をとおしての研究開発の成果が、競争力増強に一定の寄与はするであろう。しかし長期的な視野に立つと、もっと大事なものは産学連携をとおしての人材育成という側面である。このような連携活動に参画する学生諸君は、おのずと自分が得た知識とスキルに「自信」をもつことであろう。産学連携は、「自信」と「期待」をかみ合わせるための一つの方策だとも考えている。

基準認証研究開発事業 鉄鋼材料の破壊靱性評価手順の標準化

鉄鋼材料研究部 櫻谷敏和

1 はじめに

1995年に締結されたWTO/TBT協定（貿易の技術的障害に関する協定）を契機に、経済産業省産業技術環境局標準課を中心に国際標準化政策が鋭意検討されてきている。産業競争力の確保における国際標準の重要性の議論をふまえ、1997年度から国際標準研究開発事業（現・基準認証研究開発事業）が開始された。本研究開発事業の目的は以下のようにまとめられている¹⁾。

新技術・新製品にかかわる国際標準の制定は、新たな国際市場獲得に直結することから、欧米各国とも極めて活発な国際標準化活動を実施している。

このような状況下で、わが国が技術的優位性を有する分野における国際標準化に重点をおくことは、新たな国際市場におけるわが国産業の国際競争力強化に大きく貢献する。このため、早急かつ集中的に標準化のための研究開発を実施し、他国に先駆けてISO/IECへ国際標準提案を行う事が極めて重要である。

したがって、国際標準の獲得を目標とする基準認証研究開発事業等を強力に推進するとともに、研究開発プロジェクトとの連携を強化し、研究開発成果の国際標準化の推進を図る。

かかる観点より、1997年度から2002年度の6年間で80件強の研究開発事業が採

択・推進されている。2002年度に鉄鋼材料分野から初めて採択された本事業、「鉄鋼材料の破壊靱性評価手順の標準化」の位置付けは、わが国の鉄鋼業が世界をリードしている高強度鋼を活用した鋼構造体の設計製作にかかわる技術的指針を日本発の国際標準として目指すところであり、3年計画の研究開発プロジェクトを下記のスコープのもとに推進している。

2 本研究開発事業の背景とスコープ

構造物の安全性確保にとって不安定破壊（脆性破壊）の発生を未然に防ぐことは極めて重要であり、破壊力学的手法はその解決に大きな役割を果たしてきた。不安定破壊は、過大な引張負荷、欠陥やき裂の存在、破壊抵抗値の不足、の三要因が重畳することが原因であることから、とよによるき裂駆動力と材料の破壊抵抗値を比較し、き裂駆動力 K 、 J 、 J_{IC} 、破壊抵抗値 K_{IC} 、 c_{IC} 、 J_{IC} が不安定破壊の開始条件となる。

左辺のき裂駆動力を表すパラメータとして、「破壊力学パラメータ」が開発され、き裂先端近傍の塑性変形規模に応じて応力拡大係数 K 、 J 積分、き裂先端開口変位 (CTOD) が用いられている。右辺の材料特性値、すなわち破壊靱性値は、小型の試験片を用いた破壊靱性試験によって求められる。

これらの情報に基づいて構造要素を設計する手法は、例えばCTOD設計曲線として確立されているが²⁾、この手法から導かれる鋼材の破壊靱性値は過剰に要求

し過ぎるとの指摘がしばしばなされている。この傾向は降伏比 YR （=降伏応力 / 引張強さ）の高い高強度鋼において特に大きく、高強度鋼の大型構造体への適用拡大の阻害要因の一つとなっている。

前記の問題は、破壊靱性試験片と実際の構造要素では塑性拘束の程度が異なること、すなわち、曲げモード負荷のもとでの破壊靱性試験では、き裂先端近傍で厳しい応力状態が保持されるのに対して、構造要素では主に引張モード負荷により塑性域がき裂周囲に容易に発達し、それが塑性拘束緩和を生み、き裂先端近傍の応力レベルが高まらないことに起因する。

この考えに基づいて、建築構造物の耐震特性を検討した成果は、(社)日本溶接協会規格 WES2808³⁾として公表されている。

本研究開発事業では塑性拘束緩和の考え方をより一般的な構造物に応用し、破壊靱性試験から実構造物の脆性破壊に対する安全性を合理的に評価する手順の国際標準化を目指す。これにより、鉄鋼材料、特に高強度鋼の適正な適用拡大を図ることを目標とする。

図 - 1 に本事業のスコープを示す。ここで、国際標準提案を支える理論的なバックグラウンドは、材料の微視的破壊モデル (Bereminへき開モデル⁴⁾) に採用されているワイブル応力 σ_w の導入にある。図 - 1 の定義式に示されるように w は、き裂先端近傍の局所応力 σ_{eff} と、材料の脆性マイクロクラックの確率分布から求められるワイブルパラメータ m の関数として与えられる。FEM解析と実験から評価される破壊靱性試験の w と構造要素のそれを比較し、同一の w 値で脆性破壊が生ずるとするワイブルクライテリオン⁵⁾の成立の明示が本質的に重要な意味を有する。

この観点より、標準破壊靱性試験に加えて、塑性拘束度の異なる種々の構造要素に対する脆性破壊試験を実施する。同時に、ワイブルパラメータ m の決定手順の標準化のために、降伏比 YR や破壊靱性レベルの異なる多様な鋼材（高強度鋼

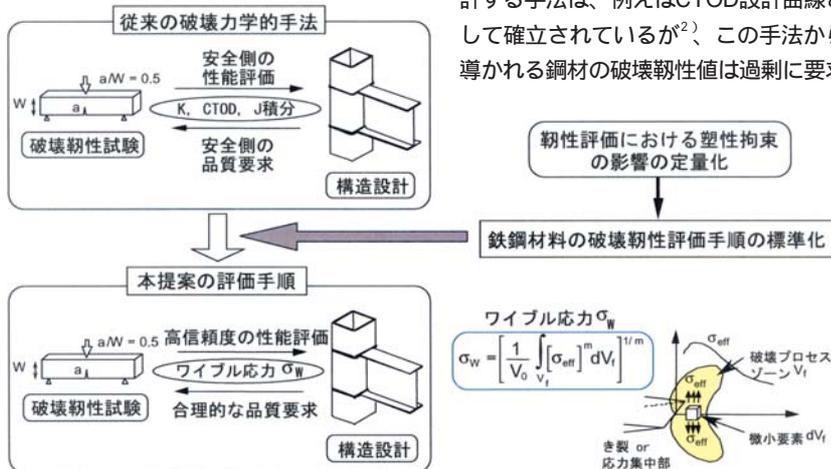


図 1 本研究開発事業のスコープ

を含む)の脆性破壊試験とその一連の解析を実施することが、国際標準提案に向けた本研究開発事業のスコープである。

3 研究開発体制

国際標準化に向けた原案作成にかかわる研究開発事業の推進、並びにISO関係者に向けた本研究開発事業の認知度拡大の作業を2002～2004年度の3年間で実施する。経済産業省産業技術環境局標準課からの事業委託をJRCMが受け、本研究開発分野に関連する研究成果の蓄積の大きな社団法人日本溶接協会、及び国際標準化活動をリードする(財)日本規格協会の参画を得る事業推進体制を構築している。ローカルアプローチ手法に基づく破壊力学分野で活躍されている大阪大学大学院工学研究科の南教授を主査に、鉄鋼素材メーカー、重工、建築、機械分野の専門家、並びに名古屋大学、(独)物質材料研究機構等からの破壊研究専門家が参画する委員会のもと、破壊試験、FEM解析等の研究業務が精力的に推進されている。

また、国際標準化推進事業固有の業務として、欧米の専門家、ISO関係者に本事業の存在をアピールする活動も必須であり、活動の前提となる欧米の現況把握

をふまえて、わが国の活動の妥当性を国際的にPRする活動にも着手している。

4 研究成果の一部の紹介と今後の計画

本研究開発事業成果の最終的なまとめの姿は、構造要素の応力状態を反映した等価CTOD係数を媒体として、構造体の設計条件に応じた鉄鋼材料の破壊靱性評価手順を標準化することにある。すなわち、図-2に示すように、3点曲げCTOD試験片(標準破壊靱性試験片)のき裂先端開口変位 δ_{3P} と、塑性拘束緩和が想定される構造要素のき裂先端開口変位 δ_{WP} が、ワイブル応力 σ_W をとおして対等化できることの検証に基づき、図-3に一例として示すようなノモグラフを作成する。図-3において、縦軸の β は等価CTOD係数で、横軸は構造要素に作用する歪

を材料の降伏歪 ϵ_Y で除して無次元化している(構造要素の歪場の大きさを表している)。

図-3は、表面き裂を有する広幅構造要素を対象として、構造用鋼のワイブルパラメータの代表値 $m=20$ を用いた等価CTOD係数の解析結果であるが、以下の特性を示している。

・小規模降伏状態では、広幅平板のき裂

先端近傍の応力状態は3点曲げ試験片とほとんど変わらず、 β は1に近い数値をとる。作用歪レベルが大きくなると広幅平板は全面降伏を生じて、き裂先端近傍の拘束が低下する結果、 β は1より明らかに小さな値をとる。

・降伏比YRが大きな鋼材では β は小さな値をとる。このことは、従来法による設計規準に比べて、高強度鋼の適用拡大を図れることを示唆している。

多様な鋼材、及び構造要素を対象とした上記の傾向は実験データで検証されつつあるが、これらの結果をふまえて、合理的な鋼材利用基準の策定並びに日本が得意とする高強度鋼の利用拡大に寄与できることを期待している。

(参考文献)

- 1) (財)日本規格協会：私信(国際標準化の最近の動向)，2003年12月
- 2) 日本溶接協会規格WES2805-1997：溶接継手の脆性破壊発生及び疲労き裂進展に対する欠陥の評価方法(1997)
- 3) 日本溶接協会規格WES2808-2003：動的繰返し大変形を受ける溶接構造物の脆性破壊性能評価方法(2003)
- 4) F.M. Beremin: "A Local Criterion for Cleavage Fracture of Nuclear Pressure Vessel Steels", Met. Trans. 14A, pp.2277, 1983

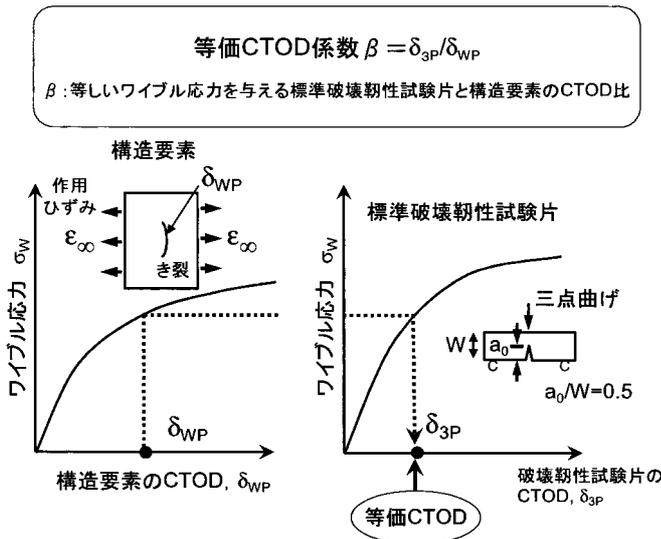


図 2 構造要素のCTODと破壊靱性試験片のCTODの対応関係を与える等価CTOD係数

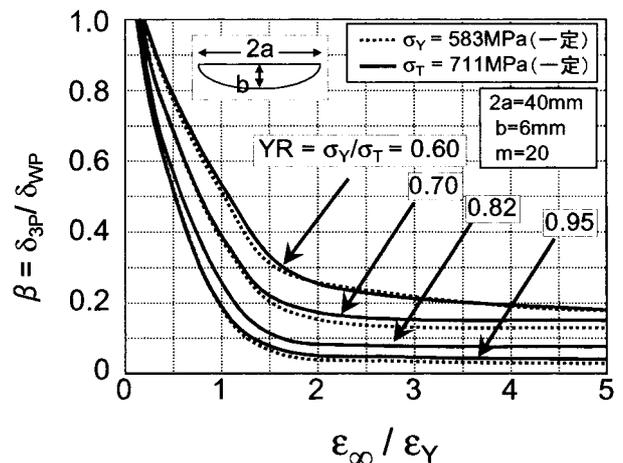


図 3 等価CTOD係数 β に及ぼす降伏比YRの影響

The Japan Research and Development Center for Metals
JRCM NEWS / 第208号

内容に関するご意見、ご質問はJRCM 総務企画部までお寄せください。
本誌は地球環境保全を考慮し再生紙を使用しています。
本書の内容を無断で複写複製転載することを禁じます。

発行 2004年2月1日
発行人 小島 彰
発行所 財団法人 金属系材料研究開発センター
〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目5番11号 第11東洋海事ビル6階
TEL (03)3592-1282(代)/FAX (03)3592-1285
ホームページURL <http://www.jrcm.or.jp/>
E-mail jrcm@oak.ocn.ne.jp