

研究タイトル：

切欠き等から発生する鋼材の脆性破壊



氏名： 岩下 勉 / IWASHITA Tsutomu E-mail: iwashita@ariake-nct.ac.jp

職名： 教授 学位： 博士(工学)

所属学会・協会： 日本建築学会, 日本鋼構造協会

キーワード： 鋼構造, 柱梁接合部, 溶接欠陥, 脆性破壊, 有限要素解析

 技術相談
 提供可能技術：

- ・溶接部の強度評価, 破壊評価
- ・鋼構造柱梁接合部の開発
- ・鋼構造建築の開発あるいは研究に関わる破壊靱性試験, 疲労試験, 材料試験等

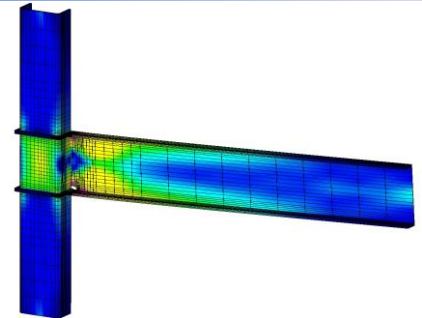
研究内容： 繰返し負荷を受ける切欠き等から発生する鋼材の脆性破壊の予測



万能試験機での実験



疲労試験



有限要素解析の1例

本研究の最終目的は、脆性破壊を精度良く予測することによって、欠陥から発生する脆性破壊を防止することにある。脆性破壊に関する岩下のこれまでの研究において、き裂先端の塑性拘束の影響を考慮した脆性破壊の予測方法を提案したが(文献 1)、繰返し負荷の影響についての課題が残っている。岩下の一連の脆性破壊の予測に関する研究の中で、柱梁接合部をモデル化した欠陥を有する試験体が繰返し負荷を受ける場合に、単調負荷と比べて著しく塑性変形能力が低下する実験結果が見られた。その一方で、繰返し負荷を受けても欠陥が脆性破壊の起点とならないケースもいくつか見られた(文献 2)。これらは欠陥形状等(言い換えれば、塑性拘束)が関係しており、繰返し履歴による影響、すなわち、繰返し負荷振幅と累積塑性変形、そして塑性拘束の影響が相互に作用し、破壊靱性の低下量、そして、脆性破壊の発生に影響を及ぼしたと考えるが良い。

他方、脆性破壊における繰返し負荷の影響は、予ひずみを与えた鋼材から切欠きを有する試験片を製作し、その影響を評価する手法が一般的である。しかし、実際には構造物に内在する欠陥(切欠き等)はその切欠きを有した状態で圧縮・引張の繰返し負荷を受けることになり、これらの影響を評価することが脆性破壊を予測する上で重要である。しかしながら、そのような切欠きを実験変数(塑性拘束)として繰返し履歴の影響を定量的に評価した研究は皆無である。

このような現状を踏まえ、本研究では繰返し履歴の影響、具体的には繰返し振幅の大きさと累積塑性変形が塑性拘束の異なる切欠きから発生する脆性破壊に関して、破壊靱性の低下量に及ぼす影響を定量的に捉えることを目的とし、ワイルド応力を用いた精度の高い脆性破壊発生の予測手法を提案する。

文献 1 Iwashita, T., Azuma, K.: Effects of Notch Sharpness and Depth on Brittle Fractures in Single-Edge Notched Bend Specimens, Engineering Fracture Mechanics, Volume 164, pp.60-73, 2016.9

文献 2 岩下 勉, 東 康二: 欠陥を有する完全溶込み溶接始末端部から発生する脆性破壊 -塑性拘束が及ぼす影響-, 日本建築学会構造系論文集, No.671, pp.105-112, 2012.1

提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)	
2000kN 万能試験機(島津製作所)	構造物加力装置(加力骨組, 1000kN 加力ジャッキ)
500kN 万能試験機(島津製作所)	データロガー(東京測器)
50kN 疲労試験機(島津製作所)	有限要素解析ソフトウェア

Brittle Fracture from Notches in Steel



Name	IWASHITA Tsutomu	E-mail	iwashita@ariake-nct.ac.jp
Status	Professor (Academic Degree: Ph.D.)		
Affiliations	Architectural Institute of Japan, Japanese Society of Steel Construction		
Keywords	Steel structures, Beam-to-column connections, Weld defects, Brittle fracture, Finite element analysis		
Technical Support Skills	<ul style="list-style-type: none"> • Strength and fracture assessments for welded connections • Development of beam-to-column connections in steel structures • Fracture toughness tests and fatigue tests regarding research of steel structures 		

Research Contents

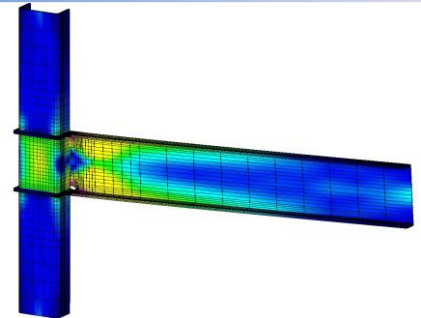
Prediction of brittle fracture from notches with cyclic loading



Universal Testing Machine



Fatigue Testing Machine



A result of FEM

Our research group has worked on methods for predicting crack-induced brittle fracture. We found that two methods—the Weibull stress approach and the toughness scaling model (TSM)—enable us to predict the occurrence of brittle fracture more accurately than such conventional fracture toughness metrics as K_c and J_c [1]. It is also noted that the Weibull stress approach is effective for predicting brittle fracture initiated from both sharp cracks and notches. Note, however, that our group confirmed the effectiveness of the Weibull stress approach and TSM under only monotonic loading. It is important to also consider brittle fracture under cyclic loading, as such loading can degrade material toughness and induce premature brittle fracture in structures exposed to major earthquakes [2].

Our group focus on the effects of cyclic loading on the occurrence of brittle fracture. Notched specimens are tested under monotonic loading and two types of cyclic loading—constant amplitude cyclic loading (at one of three amplitudes), and monotonic loading after constant amplitude cyclic loading. Also, to reveal any deleterious effect of cyclic history on material toughness, several types of parameters are considered for each type of cyclic loading. Test results are interpreted mainly in terms of ductility amplitude, which is related to deflection amplitude, and cumulative ductility, which is related to cumulative plastic deformation. Our findings are that our method proposed could be utilized to evaluate the occurrence of brittle fracture under various loading conditions.

[1] Iwashita, T., Azuma, K.: Effect of Plastic Constraint on Brittle Fracture in Steel: Evaluation Using Toughness Scaling Model, *Journal of Structural Engineering*, Vol.138, No.6, pp.744-752, 2012.6

[2] Iwashita, T., Azuma, K.: Application of the Weibull Stress Approach to the Prediction of Brittle Fracture Originating from Defects at the Ends of Groove-Welded Joints, *Proceedings of the 15th International Symposium on Tubular Structures*, pp.527-533, 2015.5

Available Facilities and Equipment

2000 kN Universal Testing Machine (Shimadzu Corporation)	1000 kN Capacity Loading Frame with Hydraulic Jack System
500 kN Universal Testing Machine (Shimadzu Corporation)	Data Logger (Tokyo Sokki Kenkyujo)
50 kN Fatigue Testing Machine (Shimadzu Corporation)	FEM Software