

Title	溶接部の疲れ挙動に関する研究
Author(s)	森脇, 良一
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/28677">http://hdl.handle.net/11094/28677</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	森 脇 良 一 もり おき りょう いち
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 473 号
学位授与の日付	昭 和 39 年 2 月 29 日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	溶接部の疲れ挙動に関する研究 (主 査)
論文審査委員	教 授 渡 辺 正 紀 (副 査) 教 授 岡 田 実 教 授 安 藤 弘 平 教 授 大 西 巖 教 授 伊 藤 博 教 授 菊 川 真 教 授 大 谷 碧

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、各種の溶着金属と溶接変質部が、切欠き効果の存在のもとに直応力とせん断応力とを繰り返して受ける場合について、疲れ破壊の特性を基礎的試験片および溶接組立梁に対し実験的に求めることにより、溶接部の疲れ破壊に関する応力条件を明らかにしようとするものである。

第1章は緒論で、本分野における従来の諸研究の多くは、いずれも直応力あるいはせん断応力のみの一応力を受け、かつすみ肉溶接継手に存在する不溶着部による切欠き効果などを考慮しないものであったことを述べ、本研究の必要性を論証している。

まず第2章においては、不完全な溶け込み型突合せ溶接継手の疲れ強さに最も大きな影響をおよぼすのは、そのルートの切欠き効果であると期待して主にこの切欠きの影響について考察した。試験片としては系統的にルート部切欠きの形状を変えた突合せ溶接継手試験片を使用し、また切欠きを有する溶接継手線と荷重方向との角度をも変え、片振り引張り試験を行なうことにより、切欠き底に直応力( $\sigma$ )のみならずせん断力( $\tau$ )が種々の組合せ応力比( $\tau/\sigma$ )で作用する場合について検討し、切欠きを有する溶接継手のいわゆる疲れ破壊の応力条件を実験的に求めてみた。その結果このような切欠きの存在により、組合せ応力すなわち直応力とせん断応力の両者に応力集中を生ぜしめる溶接継手の疲れ破壊の応力条件は、主応力説で相当適確に表現しうるものであるということを初めて実証した。

種々な切欠きの存在のため異った応力勾配がある場合の疲れ破壊現象を解析するための有力な方法として、応力勾配が最大の方向に、切欠き先端よりある一定の小距離( $\epsilon_0$ )だけ入った点の応力値が、材料固有の疲れ強さに達したときに、疲れ破壊が発生すると考えるものがある。本章ではこのような概念に基づいて、上述の実験結果をさらに解析した。すなわち切欠き線が荷重線に直角な場合、サブマージーク溶接と手溶接の溶着金属の直応力に対する $\epsilon_0$ を、実験結果を解析することにより求めた。その結果引張りを受ける溶接継手の $\epsilon_0$ は約0.2mmで、不溶着部の形状および溶接方法には無関係に、ほぼ一定であるこ

とが判明した。したがってこのような  $\epsilon_0$  の概念は、溶接継手の切欠きに対しても成立するものであるということをつしめさせた。

次に第3章においては、軟鋼および  $50\text{kg/mm}^2$  級高張力鋼の溶接変質部に対して、小型試験片で回転曲げ試験を行ない、それらの  $\epsilon_0$  値を求めてみた。すなわち変質部に対する形状の切欠き効果を抽出して  $\epsilon_0$  を求めるのに都合のよいように、系統的に切欠きの形状を変えた円周切欠き丸棒試験片を用い、軟鋼および  $50\text{kg/mm}^2$  級高張力鋼対にして溶接条件を種々かえた場合について、回転曲げ試験を行ない、試験結果を解析することによって、変質部の  $\epsilon_0$  の値について検討を加えた。その結果回転曲げ試験によると、溶接条件や切欠きの形状のいかんをとわず、軟鋼および  $50\text{kg/mm}^2$  級高張力鋼の変質部の  $\epsilon_0$  は、いずれも大体  $0.05\text{mm}$  に一定であるということを知った。

さらに第4章においては構造部材のうち、最も基本的な I 型梁を中心として、繰り返し曲げを受ける溶接組立梁について実験を行なった。この場合、橋梁などの構造部分について考えると、ルートに不溶着部（切欠き）のあるすみ肉溶接によりこれらを組立てるのが一般的である。そのような溶接組立梁が繰り返し曲げを受ける場合の疲れの問題を、フランジとウェブを結合するすみ肉溶接ルートに存在する切欠きの形状が、一般のごとくきわめて鋭い場合と比較的鈍い場合、さらにすみ肉溶接をサブマージアーク溶接で行なった場合と手溶接で行なった場合などについて、曲げによるせん断応力 ( $\tau$ ) と直応力 ( $\sigma$ ) の組合せ応力比 ( $\tau/\sigma$ ) を系統的にかえた試験梁を用いて詳細に検討し、その疲れ破壊の応力条件を実験的に求めた。その結果、各種の切欠き形状および溶接方法に対し、本章のごとく切欠き線が直応力およびせん断応力方向に平行であり、したがってせん断応力にのみ応力集中のある場合の疲れ破壊の応力条件を、はじめて定量的に明らかにすることができた。

また第2章と第3章とに関連して、本章においてもサブマージアーク溶接および手溶接の溶着金属のせん断応力に対する  $\epsilon_0$  を、実験結果を解析することにより求めることを試みた。そのため写像函数を用いた近似解法により、ルート不溶着部の切欠き効果を考慮して、すみ肉溶接内のせん断応力分布をまず求め、計算の結果えられた応力分布と実験結果とを対比して  $\epsilon_0$  値を解析し、この値が第2章で求めたと同様に約  $0.2\text{mm}$  であることをたしかめさせた。

第5章は総括で、研究の結果がとりまとめて記述されている。

このように本論文の諸研究により、直応力とせん断応力を組合せて受ける各種溶着金属と、曲げ応力を受ける軟鋼および高張力鋼変質部について、疲れ破壊における切欠き感受性が明らかにされたと同時に、切欠き効果の存在する基礎的溶接継手および実際構造物を構成する溶接組立梁の疲れ破壊に対する応力条件が、はじめて定量的に求められた。これらの結果は、動的荷重を受ける溶接構造物の設計に対する、有益な基礎資料の重要な部分を提供するものであると考えられる。

## 論文の審査結果の要旨

本論文は切欠き効果と組合せ応力を受ける溶接部の疲れ強さに関する研究の結果をまとめたものであって、緒論および総括を含めて5章より成っている。

第1章の緒論においては、一般に溶接部に存在する不溶着部やアンダー・カットなどの切欠きは、溶接構造の疲れ破壊の重要な因子であることがすでに知られているが、切欠き効果の物理的意義に関してはまだ検討が加えられていないことを指摘し、この方面の基礎的な考察が必要であることを述べている。さらに実際の溶接部は組合せ応力を受けることが多いにもかかわらず、そのような応力状態での溶接部の疲れ強さに関する研究は皆無であることを併せて指摘している。しがたって繰返し荷重を受ける溶接構造を合理的に設計するためには、切欠きを有する溶接部の疲れ破壊の応力条件を明確にすることが重要であり、これが本研究の目的であると述べている。

第2章では、不溶着部を有する基本的溶接継手について、不溶着部の切欠き効果と組合せ応力に関して検討を行なっている。すなわち系統的にルート部切欠き（不溶着部）の形状を変えた突合せ溶接継手試験片の繰返し引張り試験において、溶接継手線と荷重方向との角度を変え、切欠き底に直応力（ $\sigma$ ）のみならずせん断応力（ $\tau$ ）が種々の組合せ応力比（ $\tau/\sigma$ ）で作用する場合について検討を行ない、切欠きを有する溶接継手の疲れ破壊の応力条件を実験的にたしかめている。

切欠き材の疲れ破壊現象を解析するための有力な一方法、すなわち応力勾配が最大な方向に切欠き先端よりある一定の小距離入った点の応力値が、材料固有の疲れ強さに達したとき疲れ破壊が発生すると考える方法に基づき、著者の実験結果を解析してみた結果、不溶着部の形状および溶接方法には無関係に、この切欠き先端よりの小距離はほぼ一定であった。したがってこのような解析方法は、溶接継手の切欠きに対しても有効に適用し得ると述べている。

第3章においては、軟鋼および50キロ級高張力鋼の溶接熱影響部について、第2章の解析に用いた小距離の値を求めている。すなわち鋭さを系統的に変えた切欠きを有する円周切欠き丸棒試験片を用い、溶接条件を種々変えた場合について回転曲げ試験を行なった。その結果、熱影響部においても溶接条件や切欠きの形状のいかんをとわず、解析に用いた小距離の値はほぼ一定であったと述べている。

第4章においては溶接構造物のもっとも基本的な要素の一つである溶接組立梁を中心として、繰返し曲げ荷重を受ける溶接組立梁について実験を行ない、その疲れ破壊の応力条件を求めている。すなわち一般に広く用いられるところの、ウェブとフランジとをすみ肉溶接で結合した組立梁試験片を使用し、そのすみ肉溶接ルートの不溶着部形状を変えることにより種々な切欠き効果をあたえ、さらにすみ肉溶接をサブマージアーク溶接で行なった場合と手溶接で行なった場合などについて、曲げによるせん断応力と直応力の組合せ応力比（ $\tau/\sigma$ ）を系統的に変えた場合について詳細に検討し、その疲れ破壊の応力条件を実験的にたしかめている。

その結果、まず梁のすみ肉に均等なせん断繰返し応力が加わる試験片を用いて、溶接組立梁のせん断疲れ破壊強さを明確とするとともに、このような構造物においても曲げによる直応力とせん断応力の組合せ応力の影響を受けた疲れ破壊現象のあることを指摘し、その疲れ強さを求めている。

最後にサブマージアーク溶接および手溶接の溶着金属のせん断応力に対する小距離の値を、第2章および第3章で行なったと同様に実験結果を解析して求めることを試み、その値が第2章の値と全く同一であることをたしかめている。

第5章は以上各章において得た結果の要旨を総括したものである。

以上述べたように本論文は各種の欠陥を伴い易い溶接継手の疲れ特性，とくに基本的溶接継手および実際溶接構造物を構成する溶接組立梁について，直応力とせん断応力とが組合されて働く場合の疲れ破壊に対する応力条件を定量的に求めたものである。

これらの結果は，繰返し荷重を受ける溶接構造の設計に対する有益な基礎資料を提供するものであって，工学上寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として十分価値のあるものと認める。