

破壊検知センサの開発

○近藤 司（函館高専）、白井健二（日本大学）

本研究の目的は、建造物の構造用部材の連結・接合部分が「破壊する可能性」を検知するセンサの開発と、それを用いて連結・接合部分の破断の危険性を監視できる技術を開発することである。提案するセンサは、外力がかかっている構造用部材に固定されたセンサ外部部材の変形過程で、脆性破壊した内部部材が、センサの外部に飛び出す構造により容易に視認可能である。引っ張り破壊試験により、センサの特性を明らかにし、その有効性を報告した。

1. はじめに

建築物、橋、トンネルなどの構造用部材の連結・接合には溶接やリベット、ボルト・ナットなど様々な接合技術が用いられている。その接合部分の破壊はその建造物の損壊と密接に繋がっている。そのため、安全性の観点から、傷みを調べる必要があり定期的に検査を行わなければならないが、その検査方法には「打音検査」や「目視検査」がほとんどであり、特に打音検査は測定者のカンや熟練が必要である。さらに、一般に連結部分は高所または人間の目に直接触れにくい場所が多く、高所作業車を使った検査作業は時間と手間のかかる非効率的な作業であり、短時間で、かつ無人で24時間、接合部分の破断の危険性を検知し報知する技術が求められている。

本研究では、構造用機械材料の弾塑性に着目し、接合部分に働く張力に対して発生する機械的変形を検知し、その部分が破断する前にその可能性を、機械的信号を用いて視覚的に報知するセンサについて報告する。

2. 破壊検知センサ

図1に破壊検知センサを示す。センサは中空の第1部材とそこに挿入された第2部材および、両者間に嵌入されたばねにより構成されている。第2部材はその一端が第1部材の一端に固定され、他端が固定されていない状態で第1部材と並列に設けられている。第1部材が機械的変形を起こしたときに第2部材には一端から他端に向かう方向の力が働くように設置されている。また、第2部材は、第1部材より脆性材料であり、一端から他端の途中の外周面に切欠きなどの応力集中部位を

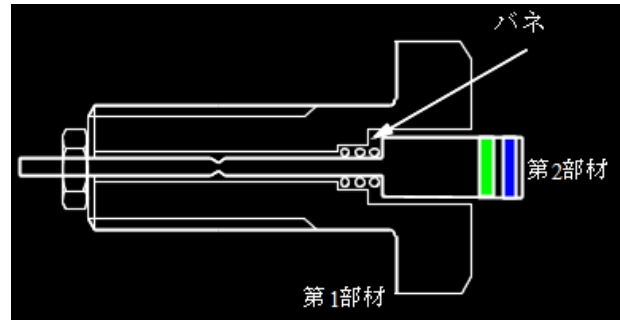


図1 破壊検知センサ

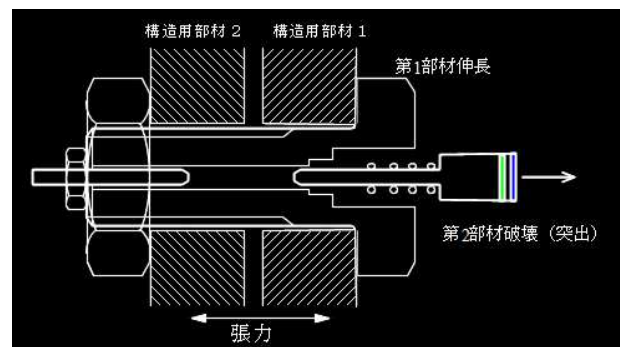


図2 破壊検知の利用形態

設けてある。

図2に提案する破壊検知センサの利用形態を示している。構造用部材の連結部に本センサが設置される。地震など突発的、または漸進的な変形力の作用によりセンサに張力が働き、センサの第1部材が引き伸ばされ変形すると、その後、第2部材にも変形力が作用する。第2部材は第1部材より脆性が大きいため、弾性変形能力が少なく、また応力集中により、第1部材より早く破断する。破断した第2部材の一部はばねの反発力により第1部材の外へ飛び出す。このまま変形力が作用する状態が続くと第1部材および連結部が破断に至る。このように、連結部の変形に伴い第1部材が変形し破壊に至る手前で第2部材が破断し、その危険性を検知・報知することが可能である。



図3 破壊検出センサ試作

試作した破壊検出センサを図3に示した。第1部材(SS400程度)の締め付け用ねじ部の直径20mm(M20)、第2部材の設計破断部の直径は6mm、切り欠き部は60度深さ1mmとした。

3. 実験および実験結果

実際に、提案する破壊検出センサの機能を確認するために引っ張り試験を行った。実験装置を図4、実験の様子を図5に示した。4回実験を行いすべて第2部材の破断を確認した。図6に、引っ張り試験機により測定した変形量と荷重の関係を示した。第1部材の弾性変形中に第2部材が破断した結果が残され、目視でも第2部材の飛び出しが確認された。その後さらに荷重をかけ、第1部材が破断する前に実験を終了した。破断前と破断した第2部材を図7に示した。設置した応力集中部位で破断していることが確認できた。

4. 結論

本研究は、構造用機械材料の弾塑性に着目し、接合部分に働く張力に対して発生する機械的変形を検知し、その部分が破断する前にその可能性を、機械的信号を用いて視覚的に報知するセンサについて提案し、報告した。

また、試作した破壊検出センサを用いて引っ張り試験を行うことによりセンサの性能を調べ、第1部材の変形途中で第2部材が破断し、第1部材から飛び出すことが確認され、破壊検出センサとしての有効性が示された。

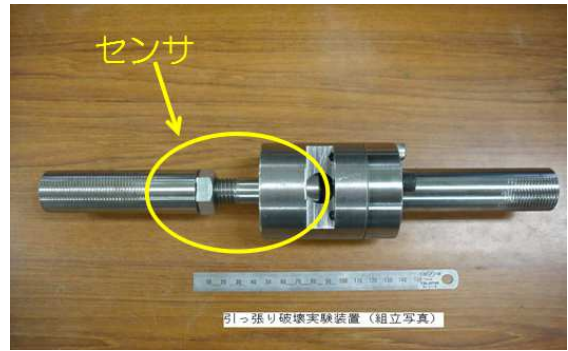


図4 実験装置



図5 実験の様子

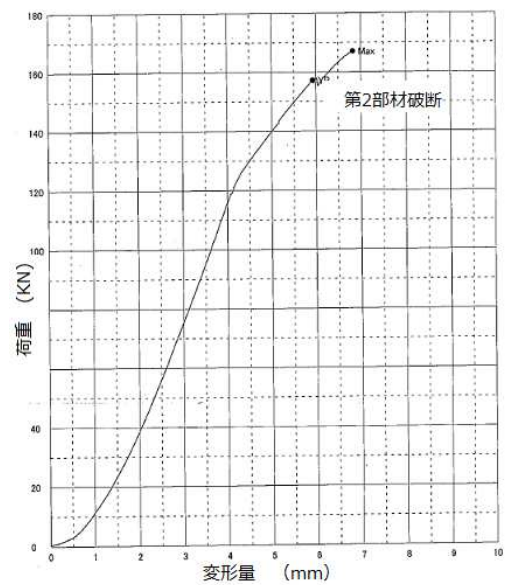


図6 実験結果



図7 破断した第2部材