

スタッド付き鋼板の3次元応力解析 (その2, せん断力を受ける場合)

大阪大学工学部 正会員 前田幸雄
大阪大学工学部 正会員 梶川靖治
大阪大学工学部 学生員 〇川畑篤敬

1. まえがき 合成げたのずれ止めとして用いられる頭付きスタッドが溶接された鋼板に繰り返し引張応力が作用すると、スタッド溶接部の余盛止端部に疲労亀裂が生じ、鋼板の疲労強度が著しく低下することが報告されている。また、筆者らは、これまで鋼板の引張だけでなく、スタッドにも繰り返しせん断力が作用する場合について疲労実験を行い、作用せん断力の大きさに応じてさらに疲労強度の低下することを確認してきた¹⁾。このような疲労強度の低下の原因を解明すべく、数年前よりスタッド付鋼板を3次元弾性連続体と考え、有限要素法による応力解析を試みてきたが、鋼板に一樣引張りのみが作用する場合については、すでに文献2)において報告したとおりである。

ところで、スタッドは、本来せん断力を伝達する役目を果たすものであるが、通常コンクリート内に埋め込まれるため、その応力・変形状態などは明らかでない。これまで、弾性体中に埋め込まれた杭として解析された例³⁾はあるが、3次元問題として取り扱った研究はないようである。そこで、本文では、スタッド付き鋼板にせん断力のみが作用する場合の3次元有限要素解析結果について報告する。また、本研究で用いた有限要素の妥当性を検証するために行った応力測定試験の結果についても合わせて報告する。

2. スタッド付き鋼板の応力測定試験 図-1に試験片の形状・寸法および載荷方法などを示す。試験片は、過去の疲労実験¹⁾におけるものと同じであり、鋼板の引張りだけでなくスタッドにもせん断力を作用させた場合の応力測定を行うため、スタッド周辺にはコンクリートを打設しなかった。鋼板の引張荷重は万能試験機により与え、かつその状態で、機械式ジャッキを用いてテコを介しスタッド軸部にせん断力を与えた。せん断力の載荷位置は、試験装置の都合により鋼板表面より13mmとした。

図-2は、鋼板表面における垂直応力 σ_z の測定値と計算値の分布状態を応力集中度と比較したものである。ここで、横軸はスタッド軸中心からの距離 x を表わし、縦軸の応力集中度とは任意点 x における応力 σ_z を鋼板の平均引張応力 σ_t で除した値である。また、数値解析におけるスタッド溶接部のモデル化あるいは基本的な解析手法などは文献2)におけると同様である。今回使用した有限要素は三角形1次、四角形1次、直方体およびアイソパラメトリック弧状柱の4種の要素である。

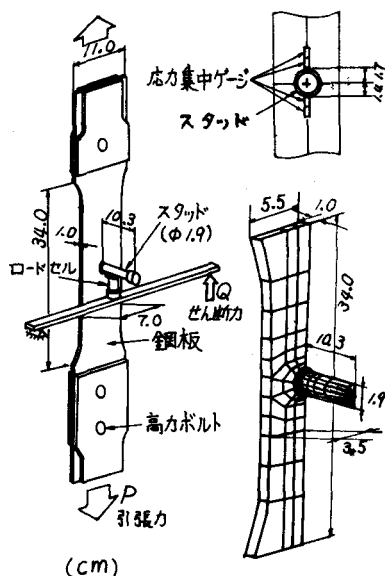


図-1 試験片と計算モデル

図-2より明らかなように、せん断力 Q が作用することにより、せん断力載荷側では、応力集中率が増加し、非載荷側では減少している。又、3つの荷重状態について、計算値と測定値とは比較的良く一致していることがわかる。

3. せん断力が作用するスタッド付鋼板の応力・変形性状

鋼・コンクリートの合成構造を解析する場合には、両者の相対ずれを考慮する必要があり、また、コンクリート内でのスタッドの変形性状を解析する場合、厳密には接触問題として扱う必要があるが、今回は、線形問題としてこれらを近似的に考慮することにした。このために、鉄筋コンクリートのひびわれ問題の解析に、よく用いられている体積のない2節点からなるリンク要素を3次元に拡張し、鋼・コンクリート間の接触面に配置して解析した。解析の対象は、過去の疲労実験¹⁾で用いた試験片を図-3のようにモデル化したものであり、せん断力はコンクリート面に等分布として作用させた。

図-4は、鋼板上面とコンクリート底面との接触面における、鋼・コンクリートの相対変位を示したものである。せん断力載荷側のスタッド余盛部では、コンクリートが余盛部周囲に沿って変位し、非載荷側では、鋼とコンクリートとの離間がみられる。

図-5は、 $y=0$ の対称面における節点変位を示したものであるが、せん断力非載荷側のスタッド軸部に沿って、鋼・コンクリートの離間がみられる。また、スタッド軸中心線の変位は、弾性体中に埋め込まれた杭として、スタッドの変位を解析した値と、良く一致している。

応力性状等については、講演当日申し述べる。

参考文献

- 1) 梶川・前田, 第31回年次講演会概要集, I-184
- 2) 梶川・前田, 第34回年次講演会概要集, I-54
- 3) 奥田・高島ほか, 第24回年次講演会概要集, I-172

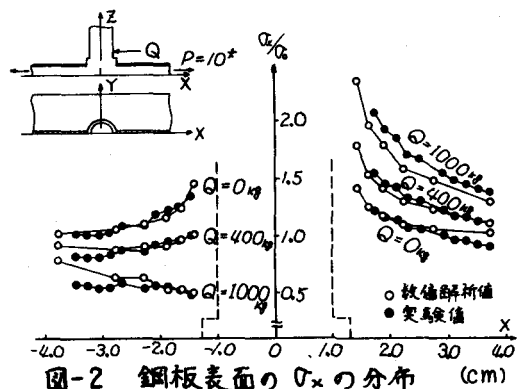


図-2 鋼板表面の σ_x の分布

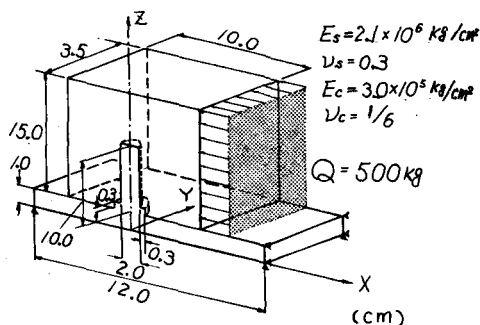


図-3 解析モデル

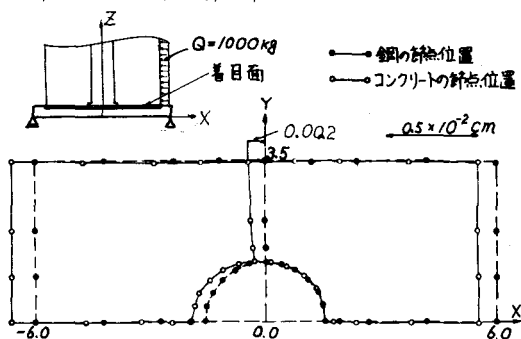


図-4 境界面における相対変位

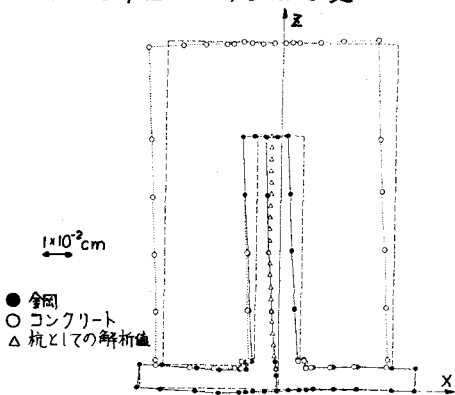


図-5 対称面における節点変位