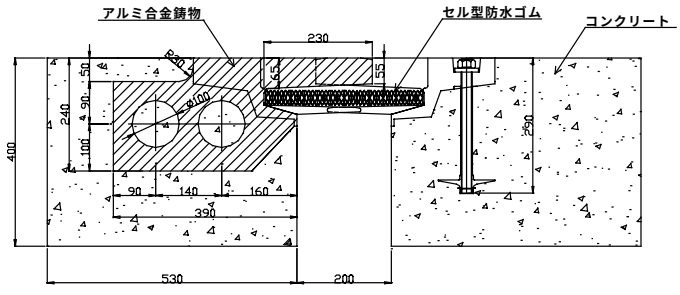
孔あきジベルを用いたアルミ合金鋳物製伸縮装置に関する数値解析的研究

早稲田大学大学院　学生員　○中西　文雄
早稲田大学　フェロー　依田　照彦
橋梁メンテナンス　正会員　渡辺　喜紀
早稲田大学　吉田　哲也

１．はじめに

道路橋の伸縮装置は，車両の走行による繰り返し荷重を直接受けるという厳しい状況にあるにもかかわらず，設計では付属物的な部材として取り扱われてきた．そのため，伸縮装置に作用する荷重状態や応力の伝達機構などに関する研究が少なく，疲労の照査も行われていないのが現状である．このような状況において，池辺[1,2]らは，フランスで 40 年以上の使用実績を有する，鋼棒にプレストレスを与えて伸縮装置本体を床版に定着させる構造のアルミ合金鋳物製伸縮装置（以下，ボルト式ジョイントとする）に関して，鋼棒のプレストレス減少確認試験やフェースプレート部での 1800 万回の曲げ疲労試験により，疲労限を確認するなどしてわが国に導入した．しかし，これから我が国は本格的な橋梁の更新時代を迎えるため，交通規制時間の短い，施工性に優れた伸縮装置が要求されている．

そこで，伸縮装置の取り替え時間の大幅な短縮が可能な新しい定着方法として，孔あきジベルに着目し，平成 14 年[3]および 15 年度に，強度と疲労耐久性をはかる実験を実施した．本文では，そのとき行った有限要素法による解析について，結果を述べる．

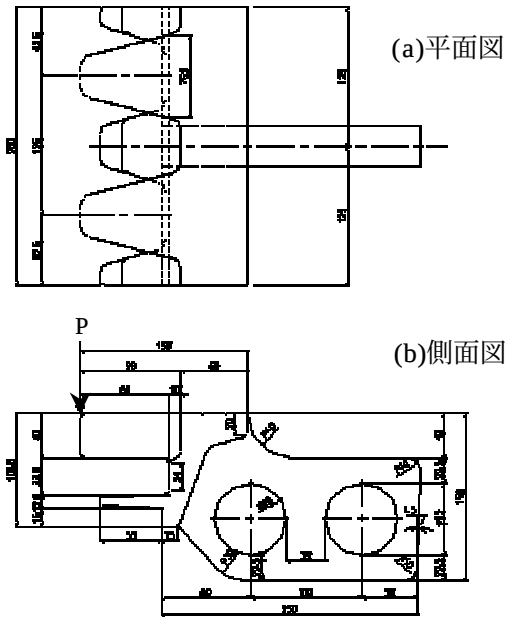


(a)孔あきジベル式　　（b）ボルト式

図１ アルミ合金鋳物製伸縮装置の全体図
（許容伸縮量 230mm タイプ）

２．研究の目的

アルミとコンクリートの合成構造物である孔あきジベル伸縮装置は複雑な構造を有しているため，簡易な力学計算では応力の状態を把握することが困難である．そこで，形状の最適化に対する検討を行うため，実験供試体を有限要素モデルに置き換えて解析を行い，解析モデルが実構造の応力状態を表現できることを確認する．



（許容伸縮量８0mm，　標準時床版遊間 100mm）

図２　実験供試体

３．解析の方法

汎用有限要素法コード ABAQUS（Ver6.3）を使用して静的応力解析をおこなった．解析対象はフェースプレート２枚に孔あきジベルが定着部材として１枚ついた基本形状の伸縮装置である．解析条件を以下に示す．

載荷荷重　自動車の輪荷重 10tf を換算した設計荷重 38.8kN(19.4kN/枚)を，図４のように各フェースプレートの先端に２軸方向の静荷重として載荷する．

要素には８節点 SOLID 要素を用い，要素数は，

キーワード　伸縮装置，疲労，孔あきジベル，有限要素法
連絡先　〒169-8555　東京都新宿区大久保３-４-１　51 号館 16-05　早稲田大学 依田研究室　　ＴＥＬ 03-5286-3399

表１　材料構成則

材料	ヤング係数［N/mm²］	ポアソン比
アルミニウム	72.5×10^3	0.345
コンクリート	36.0×10^3	0.167

約 35,000 である．

境界条件としては，実験装置の条件（図３）を考慮して，図４に示すように供試体モデルの底面のみを６方向完全固定とした．

接触条件としては，異材料の接触を表現するためにアルミがコンクリートを圧縮する部分は節点を結合し，引張が生ずるところは非共有とした．なお，ジベル表面の付着力は小さいとして無視した．

計測点は，伸縮装置の破壊が起こる可能性のあるアルミ部分のフィンガー根元部と，フェースプレートとジベルの接合部（ジベル・フィレット部）の２箇所付近である．

４．結果とその考察

実験との整合をはかるため，計測点でのひずみ及び主応力の比較を行った．図５はアルミ部分の解析結果を示したものであり，実験と同様にフィンガー根元の内側とジベル上面に大きな引張応力が生じているのがわかる．図６のグラフには実験で疲労破壊を起こしたジベル・フィレット部上面における実験値との比較を示した．弾性域においては誤差数%程度で，よく実験の結果をあらわしている．フィンガー根元においても同様の計算であった．

これらの結果から，孔あきジベル式伸縮装置において，アルミの破断点に結びつく重要な応力集中部付近の応力状態を，FEM 解析で再現できることが確認できた．

５．おわりに

平成 14 年度と今回のモデル化の経験を利用して，様々な伸縮量をもつ伸縮装置についても FEM 解析を用いることで，応力状態の把握，疲労に対する形状の検討等が行えることがわかった．

参考文献

1) 池辺・鈴木・伊田・富澤・町田・柳沢：CIPEC ジョイントの防水対策と設計法に関する実橋実験，川田技報，Vol.9, 1990

2) 池辺・富澤・前田・町田・柳沢・寺本：CIPEC ジョイントの耐久性の検討,川田技報，Vol.10,1991

3) 渡辺・永井・金野・依田・中西・山内：孔あきジベルを用いたアルミ合金鋳物製伸縮装置に関する基礎的研究,土木学会第 58 回年次学術講演会,2003.9

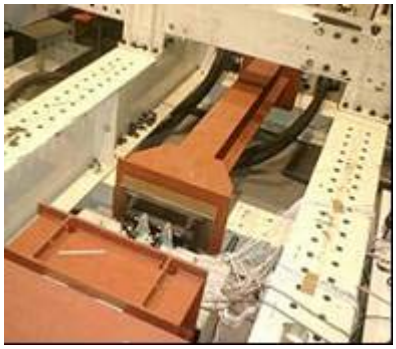


図３　載荷装置

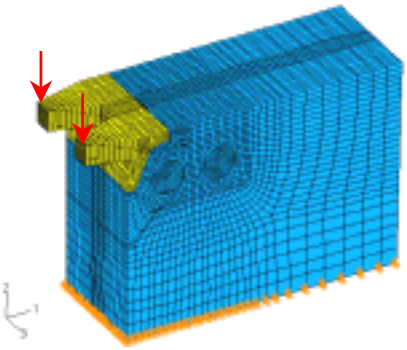
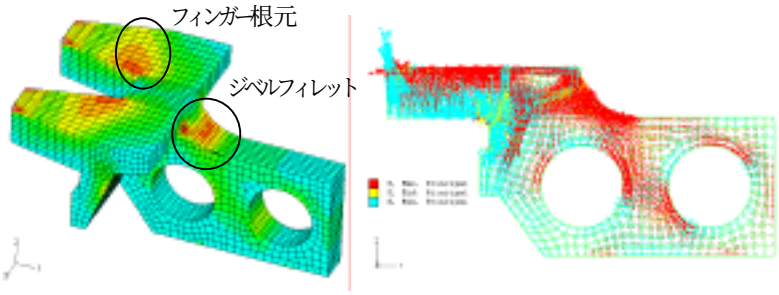


図４　解析モデル（載荷点，拘束点）



(a)最大主応力コンター図　　(b)主応力ベクトル

図５　解析結果

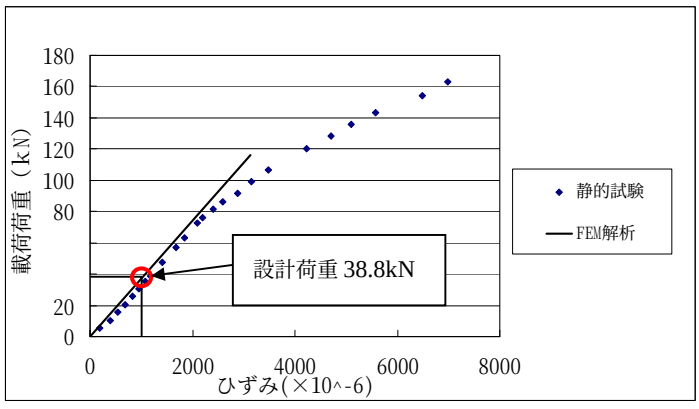


図６　ジベル・フィレット部の比較