

孔あきジベルを用いたアルミ合金製伸縮装置に関する数値解析的研究

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

1. まえがき

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関わらず、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呼ぶ）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、今後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検討する実験を実施し、これまでにその有効性について論じてきた。また、実験供試体を有限要素モデルに置き換え、静的応力解析を行った結果、破断に結びつく応力集中部の応力状態をある程度表現できることも確認できた。今回は、より現実の伸縮装置の形状に近づけたモデルを作成してFEM解析を行い、伸縮装置の安全性に関して検討した結果を報告する。

2. 研究の目的

平成15年度は、実験供試体（1ジベル対称モデルと呼ぶ）を有限要素モデルに置き換えて解析を行った。今回は、より現実の伸縮装置の形状に近づけたモデルを作成してFEM解析を行うことによって、その応力状態を把握し、平成15年度の解析結果と比較することにより、伸縮装置の安全性に関して検討する。

3. 解析の方法

汎用有限要素法コードABAQUSを使用して静的応力解析をおこなった。今回の解析対象は、許容伸縮量80mmのもので、フェースプレート4枚に孔あきジベルが定着部材として2枚ついた、より現実の形状に近づけた伸縮装置（2ジベルモデルと呼ぶ）である。解析モデルの概略図を図2に示す。このモデルは、図3に示すように、対称モデルと比べてジベルの位置が21.2mmずれている。材料構成則を表1に示す。また、解析条件は以下に示す通りである。

載荷荷重：自動車の輪荷重10tfを換算した設計荷重77.6kN(19.4kN/枚)を、図2のように各フェースプレートの先端に2軸方向の静

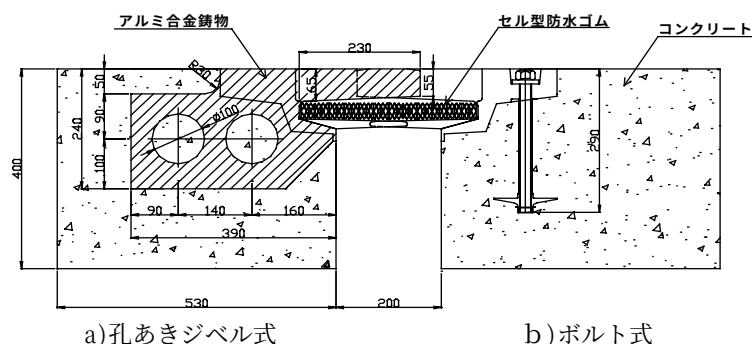


図1. アルミ合金鋳物製伸縮装置の全体図
(許容伸縮量230mmタイプ)

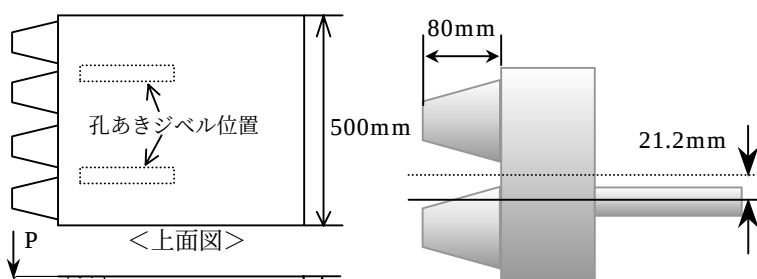


図3. ジベル位置のずれ

表1. 材料構成則

材料	ヤング係数[N/mm ²]	ポアソン比
アルミニウム	7.25×10^4	0.345
コンクリート	3.60×10^4	0.167

図2. 解析モデルの概略

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

荷重として載荷する。

要素タイプ：8 節点ソリッド要素を用い、要素数は約 60000 である。

境界条件：実験における載荷状況および実際の据え付け状況を考慮し、図 4 に示すように供試体の底面のみ 6 方向完全固定とした。

接触条件：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：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. 解析結果と考察

アルミ部分に関する解析結果のコンター図を図 6 に示す。さらに応力集中部となっているフィンガー根元部およびジベルフィレット部において、1 ジベル対称モデルとの比較を行った結果を表 2 および図 7 に示す。2 ジベルタイプの解析モデルでは、ジベルの位置がずれたことによって、定着部であるジベルから遠い側のフィンガー付け根部分に大きな引張応力が発生した。ただし、左構造ではフェースプレートを連結した影響で、右構造と比較して一割ほどの引張応力の減少が見られた。これは、フェース端部の連結による 2 ジベル間の応力分散効果と考えられる。一方、ジベルフィレットに着目しても同様の現象が見られ、右構造においては、1 ジベル対称モデルと比較してやや大きな値となっているが、左構造は 1 ジベル対称モデルよりも小さな値となっている。

実際に 1 ジベル対称モデルとの比較対象となるのは左構造であることから、ジベルの位置をずらすことによる影響は、発生する応力の分布に多少の偏りはあるが、最大値に注目すると大幅な変化は見られない。また、疲労による破断位置となるジベルフィレット部に関しては応力集中が緩和される傾向にあることから、これまで対称構造について行ってきた実験や解析は有効であったといえる。しかし、フィンガー付け根部においては、1 ジベル対称モデルと比較して最大引張応力が 5 % ほど増加していることから、実際の伸縮装置におけるアルミ部分の疲労による破断は、フィンガーの付け根部分から起こる可能性があるといえる。

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
- 4) 中西・依田・渡辺・吉田：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，土木学会第 31 回関東支部技術研究発表会，2004.3

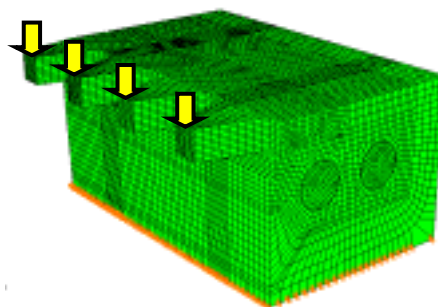


図 4. 解析モデル全体図
(載荷点、拘束点)

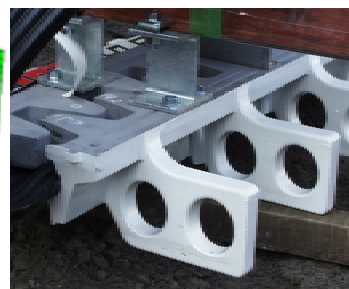


図 5. 孔あきジベル式ジョイント

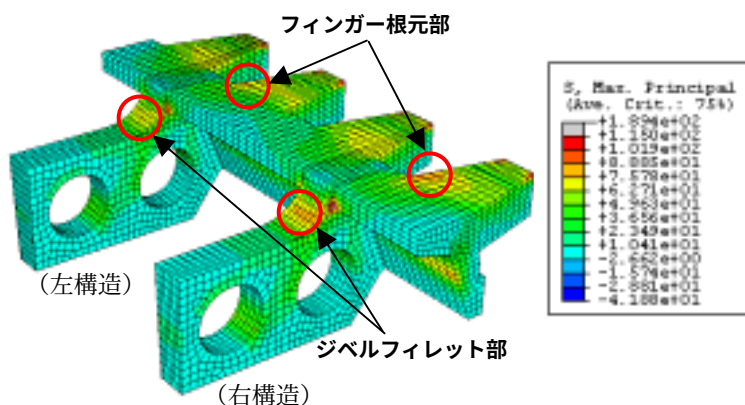


図 6. 解析結果応力コンター図

表 2. 応力集中部の最大主応力一覧 (単位：N/mm²)

種類		フィンガー付け根部	ジベルフィレット部
2ジベルモデル	右構造	100.1	81.7
	左構造	91	71.1
1ジベル対称モデル		86.7	78.7

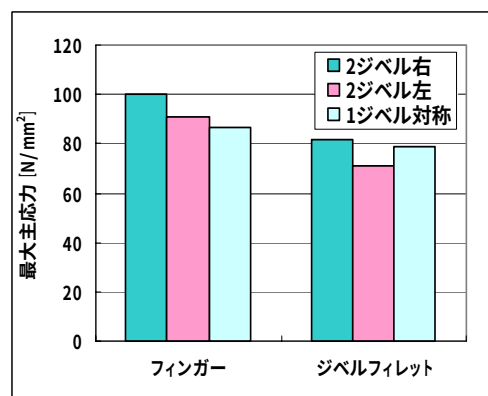


図 7. 解析結果の比較