鋼管ジベルを用いた鋼・コンクリート合成床版の 輪荷重走行試験をモデル化した FEM 解析

片山ストラテック(㈱	正会員	〇山本将	爭士	正
栗本橋梁エンジニアリング㈱		中村隆	產志	£Ξ
駒井鉄工㈱		橘	肇	

S将士	止会員	大久保宣人
讨隆志	正会員	田中裕紀
肇		中本啓介

1.はじめに

鋼・コンクリート合成床版は、高い耐久力および疲労 耐久性などの特徴を有しており、安全性や施工性に優れ ていることから実橋への適用が増えている.著者らは、 図-1 に示す鋼管ジベルを用いた合成床版(以下,パイプ スラブ)の疲労耐久性を評価するために独立行政法人土 木研究所において輪荷重走行試験を実施した.RC床版や PC床版との相対比較をおこなったが、輪荷重走行試験中 の床版コンクリートの疲労劣化進行状態については、十 分に把握できていないのが現状である.そこで、輪荷重 走行試験を FEM 解析にて適切にモデル化し、各載荷ステ ップにおける床版のたわみの変化や応力状態について確 認した.



<u>ート</u> 主鉄剤

2. 輪荷重走行試験の概要

輪荷重走行試験の供試体を図-2 に,試験体の構造諸元を表-1 にそれぞれ示す.輪荷重走行試験は,床版の疲労耐久性評価の指 針として用いられる「道路橋床版の輪荷重走行試験における疲労 耐久性評価手法」に示される載荷方法に準拠し実施した¹⁾. コン クリート材料特性は,輪荷重走行時で圧縮強度 37.1N/mm²,引張 強度 2.49N/mm²,弾性係数 3.10×10⁴N/mm²であった.

3. FEM 解析の概要

解析モデルは、図-3に示すように対称性を考慮した 1/2 モデル とし、主桁上は 2 辺単純支持、横梁については弾性支持としてモ デル化した.解析コードは、ABAQUS Ver.6.7-4 を使用した.試験 体のモデル化は、コンクリート部はソリッド要素とし、底鋼板、 リブおよびパイプについてはシェル要素とした.ただし、応力を 着目する中央部についてはリブをソリッド要素とした.また、鉄 筋はロッド要素とした.コンクリートと鋼材の付着については、 境界面に接触要素を用いて、付着切れを考慮したモデルとした. パイプスラブのずれ止め機構である鋼管ジベルのモデル化におい ては、リブおよびパイプはコンクリートと接触要素で考慮し、リ ブの長孔部のコンクリートについては、リブ背面側と前面側のコ ンクリートをバネ要素にて結合した.



図-2 輪荷重走行試験の試験体

表-1 試験体の構造諸元

部位	項目	単位	構造諸元
	版厚	mm	200
1299-H	設計基準強度	N/mm ²	30
底鋼板	板 厚	mm	6
リブ	断 面	mm	135×16
	橋軸方向間隔	mm	400
パイプ	断 面	mm	φ42.7×2.3
	橋軸直角方向間隔	mm	400
主鉄筋 (橋軸直角方向)	呼 び 径	-	D19
	間隔	mm	125
配力鉄筋 (橋軸方向)	呼 び 径	-	D16
	間隔	mm	150

キーワード:鋼・コンクリート合成床版,輪荷重走行試験,FEM,たわみ,応力 連絡先:〒551-0021 大阪府大阪市大正区南恩加島6丁目2番21号 TEL:(06)6552-1235,FAX:(06)6551-5648 コンクリートの材料特性は、材料非線形性を考慮す るためコンクリート標準示方書に準じて実験値より応 カーひずみ関係を設定した.また、鋼材については弾 性材料とした.

載荷は、タイヤ幅(200mm×500mm)を考慮した分 布荷重とし、荷重は、157kN、216kN、275kN、334kN、 392kNの5ケースと、図-4に示す荷重ステップにより 載荷した.このときの載荷位置は、リブ直上およびリ ブ中央を基本としている.

4. 解析結果

(1)実験値と解析値のたわみの比較

たわみの測定値と解析値の比較を図-5 に示す.解析値のたわみは、各荷重レベ ルにおいて載荷荷重が支間中央に位置す る Step5 および Step13 の時の値である. 解析値と実験値の荷重-たわみ曲線の勾 配はおおむね一致しているが、全体にわ たって解析値のたわみが大きい傾向にある.しかし、走行回

数 44 万回付近で実験値の方が大きくなる.これは、荷重が 増加するにつれて、繰り返し載荷による疲労の影響を考慮で きていないためであると考えられる.

(2) コンクリートの応力状態

ここでは、リブ周りのコンクリートの応力状態について着 目した.図-6に157kN載荷時の橋軸方向断面における鉛直 方向の応力分布を示す.同図より、荷重がリブ間に位置する 場合、荷重載荷位置には最大で1.8N/mm²程度の圧縮応力が 作用していることが確認できる.また、荷重側のリブ直上で は2.0N/mm²程度の引張応力が作用し、荷重と反対側ではリ ブに押されて2.0N/mm²程度の圧縮応力が作用する.これは、 リブ間に荷重が載荷されることで、リブ上に局部的なせん断 応力が作用するためであると考えられる.このように、荷重 の移動に伴いリブの直上に応力が集中する傾向があり、ひび 割れの起因となることが推測できるため、リブ周りの応力状 態について留意する必要がある.

5.まとめ

輪荷重走行試験をモデル化した FEM 解析を行った. その結 果,たわみは実験値と解析値でおおむね一致した.また,リ ブ周りのコンクリートの応力状態についても把握することが できた.

参考文献

1) 中本啓介,田中正明,大久保宣人:鋼管ジベルを用いた鋼・コンクリート合成床版の輪荷重走行試験,第4 回道路橋床版シンポジウム講演論文集,pp197~202,2004年11月.



図−3 解析モデル図



図-4 荷重ステップ



図-5 たわみの測定値と解析値の比較



