帯鋼ジベルを用いた合成床版の輪荷重によるひび割れ性状に関する解析的検討

- (株)横河ブリッジ 正会員〇永田 淳
- (株) 横河ブリッジ 正会員 春日井 俊博

1. まえがき

帯鋼ジベル(PBL)を用いた合成床版(以下,パワースラブと 呼ぶ)は、孔あき鋼板リブによって底鋼板と鉄筋コンクリートと を合成する鋼・コンクリート合成床版である.パワースラブは、 各種橋梁形式に対する柔軟な適合性と高い疲労耐久性から現在広 く採用されている.床版の重要な要求性能である自動車荷重に対 する疲労耐久性能を明らかにするために、パワースラブの縮小模 型を用いた輪荷重走行試験を実施した¹⁾²⁾.輪荷重走行試験の結 果、パワースラブのコンクリートに、孔あき鋼板リブ頂部を連絡 する水平ひび割れが発生することが確認された.本論では、パワ ースラブのコンクリート内部の応力性状の把握と輪荷重によるひ び割れ発生要因の検討を目的として実施したFEM解析の結 果について報告する.

2. 走行輪荷重によるパワースラブの破壊形態

輪荷重試験によって破壊した供試体のひび割れ状況を図 -1 に示す.床版コンクリートには、リブ上端に沿い底鋼板 に平行な水平ひび割れが生じることがわかった.この結果 から、走行輪荷重によるパワースラブの破壊形態は、水平 ひび割れの発生による床版コンクリートの重ね梁化の後、 押抜きせん断破壊が発生する「重ね梁化型」破壊であるこ とがわかった.

3. 解析概要

3. 1 解析モデル

本検討における解析は,文献 3)の手法に従い以下に 示す3種類のモデルについて実施した.

①NP-1, NP-2: 文献 2)の供試体(ずれ止め孔内鉄筋なし)
 ②NP-0 : 文献 1)の供試体(ずれ止め孔内鉄筋あり)
 解析対象モデルの形状・寸法の概要を表-1 に,解析対象モデルの構造概要を図-2 に示す.

FEM 解析には,汎用構造解析ソフト COSMOS/M Ver.2.9 を使用した.解析モデルはコンクリート,鉄筋および鋼板部材により構成され,コンクリートと鋼板部材を2次元の平面歪要素で,鉄筋を2次元トラス要素でモデル化した.また,コンクリートと鋼板の間モデルの概要を図-3に示す.

3.2 解析結果

(1) コンクリート部材の応力性状

NP-2において,リブ中間に輪荷重が作 用した時のコンクリート部材の最大主応 力分布を図-4に示す.図-4(1),図-4 (2)より,リブ頂部近傍において引張 主応力が集中することがわかった.また, 図-4(3)より,応力集中部位での引張 主応力の方向がほぼ鉛直方向であること から,リブ頂部近傍には水平方向のひび 割れが発生すると考えられる.これは, 輪荷重走行試験の結果と適合している. 応力集中部における引張主応力の値は, 輪荷重走行試験の初期荷重 W=157kN で
 橋軸方向

 リブ上端に

 沿った

 ひび割れ

 リブ位置

 リブ位置

図-1 パワースラブのひび割れ性状

表-1 解析モデル

モデル		NP-1	NP-2	NP-0
床版厚[mm]	コンクリート	200	160	200
	底鋼板	6	6	6
	全厚	206	166	206
リブ[mm]	幅×板厚	140×16	110×9	140×12
	間隔	500	375	300
	孔径	70	50	70
	孔間隔	250	250	125
鉄筋	主鉄筋	D19@250	D19@187.5	D16@300
	上段配力鉄筋	D19@250	D19@250	D19@187.5
支持間隔[mm]		716	700	714
輪荷重走行 試験結果	結果	未破壊	破壊	未破壊
	水平ひび割れ	未発生	発生	発生
	最終荷重[kN]	392	392	392
	コンクリートの圧縮強度 [N/mm ²]	37. 2	36. 2	40.6







キーワード 合成床版, 輪荷重, 疲労損傷, ひびわれ, FEM 解析 -773-

2.2N/mm²であることがわかった.NP-2 のコンク リートの引張強度(圧縮強度より算出)が 2.5N/mm²であることから,NP-2 では輪荷重走行 試験の初期荷重からリブ頂部コンクリートに水平 ひび割れが発生する可能性があるといえる.

NP-1, NP-0 においても NP-2 と同様に, リブ頂 部近傍のコンクリートに引張主応力が集中するこ とがわかった.また,リブ頂部に発生する引張主 応力の方向はほぼ鉛直方向であった.

(2)輪荷重載荷位置と主応力の関係

モデル NP-2 における輪荷重載荷位置とリブ頂 部近傍コンクリートに生じる主応力の最大値の関 係を図-5 に示す.同図より,最大主応力の値は, dが 100mmから 275mm の範囲において,それぞれ ほぼ同じ値を示すことがわかった.これより,い ずれの荷重でも,以下で述べる最大主応力の評価 は,隣接するリブの中央位置に載荷する場合につ いて行った.

(3) リブ頂部における最大主応力の比較

リブ頂部近傍コンクリートに発生する引張主 応力(σ_{n1})と荷重の関係を図-6 に示す. リブ 頂部の引張主応力は NP-2 が最も大きく, NP-0 はNP-2 とほぼ同程度の値を示し, NP-1 が最も小 さな値であった.荷重 W=157kN における引張主 応力の値はそれぞれ, NP-0=2.1N/mm², NP-1=1. 9N/mm², NP-2=2. 2N/mm² であり, NP-2, NP-1 と同じく、NP-0の輪荷重走行試験においても局 部的には水平ひび割れが発生する可能性がある といえる. しかし, NP-0 では水平ひび割れが発 生していないことから,水平ひび割れが進展す るには引張主応力の集中の他に要因があると考 えられる.他の要因としては、コンクリート全厚 およびリブ頂部からのかぶり厚さ、下段配力 鉄筋の有無,リブ間隔等が考えられる.また, 本解析において十分に再現することが出来な かった構造的特徴についても検討する必要が あると考えられる.

4. まとめ

本検討で得られた結果を以下に要約する.

- ・走行輪荷重によりパワースラブのリブ頂部 コンクリートには鉛直方向の引張主応力が発 生する.
- ・リブ頂部を連絡する水平ひび割れの発生, 進展には,鉛直方向の引張主応力に加えて, コンクリート厚さ,下段配力鉄筋の有無,リ ブ間隔等の影響があると考えられる.



[参考文献]

 ¹⁾国土交通省土木研究所: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の開発に関する共同研究報告書(その4),2001.1
 2)春日井,永田,高田,井上:帯鋼ジベルを用いた新しい合成床版の疲労耐久性と破壊性状,土木学会第59回年次学術講演会,2004.9
 3)杉原,松井:鋼・コンクリート合成床版のコンクリート水平ひび割れ発生回数の推定,第60回土木学会年次学術講演会概要集,(CS10-032) pp.363-pp.364,平成17年9月