

道路橋鉄筋コンクリート床版の曲げ強度に関する検討

ショールボンド建設 北陸支店
東京都 土木技術研究所
大阪工業大学 都市デザイン工学科

正会員 ○横山 広
正会員 関口 幹夫
正会員 堀川 都志雄

1. 目 的

昭和 40 年代に端を発した道路橋鉄筋コンクリート床版の陥没損傷は、その後の精力的な研究で初期ひび割れが要因となる広義の疲労現象であることが解明された．初期ひび割れの原因には、乾燥収縮や支持桁の拘束、活荷重の作用が挙げられ、それらの原因を制御することが疲労耐久性の向上に繋がることになる．乾燥収縮や支持桁の拘束による影響は、使用材料の選定や施工方法によって解消できるとすれば、活荷重によるひび割れ発生に着目することが耐久性向上の観点から見て合理的である．しかしながら、曲げひび割れに関係する現行の設計基準で示されているコンクリートの曲げ強度は、床版のような板構造をはり構造に置き換えることを前提に議論されてきた．そこで本検討では、筆者らによる既往の検討結果¹⁾と同様に、活荷重が作用するときの曲げ応力が、曲げ強度を下回らない床版厚さを設定することで、床版厚さの最適化が実現できるとの考えから、各種の基準による曲げ強度の制限値と実物大供試体による載荷試験結果とを比較して、適切な曲げ強度の設定を目的として検討を行った．

2. 実物大供試体による載荷試験

実物大供試体による載荷試験は、図－1、表－1 に示すとおり 4 体の供試体で行っている．試験方法は長辺を回転可能なように単純支持し、短辺は鋼桁による弾性支持とした．載荷装置には道路橋の荷重載荷を再現するために大型旅客機のゴムタイヤを装着した輪荷重走行試験機（写真－1）を用い、輪荷重を移動させずに静的に載荷することでひび割れ発生時の載荷荷重を読みとるものとした．使用した試験機は SB シリーズと T0 供試体で異なるものの、同時期に同じ仕様で製作されている．ひび割れ発生の確認は、床版下面の載荷位置中心に設置したひずみゲージの変化と目視によって行っている．

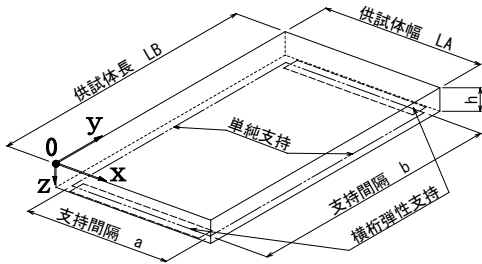
3. 試験結果と計算値との比較

表－2 に載荷試験で得られたひび割れの発生荷重の値を用いて、弾性厚板理論から求めた床版下縁での曲げ応力度を示す．

厚板理論を採用した理由は
厳密な曲げ応力度の最大値
が得られるためであり、有
限要素法のような要素分割
の影響を受けずに着目点の
厳密な応力度の算出が可能
となるからである．因みに、
表－3 は実測たわみと計算



写真－1 荷重載荷試験機



図－1 供試体形状と座標系

表－1 供試体諸元

供試体名	供試体形状		材料試験値		
	短辺×長辺	床版厚さ	圧縮強度	ヤング係数	ポアソン比
	a×b (mm)	h (mm)	fck (N/mm ²)	Ec (kN/mm ²)	ν
SB161	2500×2900	160	23.7	18.0	0.165
SB162					
SB163					
T0191	2500×4500	190	34.3	28.4	0.195

キーワード 道路橋、鉄筋コンクリート床版、曲げ強度、厚板理論

連絡先 〒920-0362 石川県金沢市古府 1-140 ショールボンド建設株式会社 北陸支店 TEL 076-240-6438

値とを比較したものでほぼ一致していることが判る。たわみの計算には土木学会鋼構造委員会道路橋床版の調査研究小委員会

が作成し、公開したプログラム thin_iso²⁾を使用した。

曲げ応力度の計算結果に対する制限値は、①平成8年土木学会コンクリート標準示方書〔設計編〕の曲げ強度と、②その改訂版である2002年版〔構造性能照査編〕の曲げひび割れ強度、参考として③プレストレストコンクリート構造でひび割れを制御する際の指標であるCP110³⁾を採用した。それぞれの強度の計算に当たっては、コンクリートの試験値を用い、かつ部材厚さも考慮している。

表-4は載荷試験結果による短支間方向断面（橋軸直角方向： σ_x ）の応力計算値を基準に、各曲げ強度の規格値とどのような関係にあるのかを示している。

表-2と4より、厚板理論によるひび割れ発生時の曲げ応力度の計算結果は全ての制限値を上回っており、各示方書は安全側の値を与えていることがわかる。制限値の中で最も安全側となっているのは現行のコンクリート標準示方書による曲げひび割れ強度で、曲げ応力度の約50%に留まっている。次いでCP110となるが、CP110では0.1mmのひび割れ幅を制御するための制限値を示しており、この設定値の範囲内ではひび割れは発生しないことになる。よって、床版下縁での引張作用を許容するプレストレストコンクリート構造としては十分に安全な値を与えていることが判る。曲げ応力度に最も近い値が平成8年示方書の曲げ強度となり約80%となっている。実構造物の設計では安全係数が加味されることになるので、この比較の範囲内では曲げ応力度に近い値の方が妥当な値となる。よって、床版のような板構造では平成8年コンクリート標準示方書による曲げ強度によってひび割れを制御することが適切であると考えられる。

4. おわりに

実物大供試体の載荷試験によって、厚板理論による曲げ応力度と制限値としての各示方書による曲げ強度との比較検討を行った。その結果、ひび割れの発生荷重における曲げ応力度は全ての制限値を上回っており、安全側の値を与えていることが判った。その中で床版構造における曲げ強度の設定値としては、平成8年コンクリート標準示方書による数値が最も近く、厚板理論等の厳密解で検討する範囲では、この値をもとに活荷重が作用する場合の曲げひび割れを制御することが最適であると推察される。本検討での供試体数は4体と少ないため、今後もデータを集積して本件等の妥当性を高めたいと考えている。

参考文献

- 1) 横山広, 堀川都志雄: 道路橋床版の最小厚さに関する研究, 構造工学論文集, Vol48A, pp.1169-1176, 2002. 3.
- 2) 土木学会鋼構造委員会道路橋床版の調査研究小委員会: 道路橋床版の設計の合理化と耐久性の向上, pp. 42-44, 2004. 11.
- 3) BSI: The Structural Use of Concrete, CP110-1972, 1972

表-2 載荷試験結果と制限値の比較

供試体名	載荷試験値	計算値		制限値		
	曲げひび割れ発生荷重	下縁曲げ応力度		曲げ強度	曲げひび割れ強度	CP110
	Pfc	σ_x	σ_y	fbk	fbck	σ_{ta}
	(kN)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
SB161	55.50	3.99	3.61	3.47	2.26	2.78
SB162	56.51	4.07	3.68	3.47	2.26	2.78
SB163	64.65	4.57	4.11	3.47	2.26	2.78
TO191	120.00	6.26	5.12	4.43	2.69	3.98

表-3 載荷時実測たわみと計算値との比較

供試体番号	実測たわみ(mm)	計算値(mm)	実測/計算値
SB161	1.05	0.873	1.20
SB162	0.91	0.889	1.02
SB163	1.08	1.02	1.06

表-4 厚板理論計算結果と制限値の関係

供試体名	fbk/ σ_x	fbck/ σ_x	σ_{ta}/σ_x
SB161	0.87	0.57	0.70
SB162	0.85	0.56	0.68
SB163	0.76	0.49	0.61
TO191	0.71	0.43	0.64
平均	0.80	0.51	0.66