

支持辺が部分的に固定される単純支持多層版の解析手法について

ショーボンド建設 北日本支社 正会員 ○横山 広
 ショーボンド建設 補修工学研究所 正会員 安東 祐樹
 東京都土木技術支援・人材育成センター 正会員 関口 幹夫
 大阪工業大学 都市デザイン工学科 正会員 堀川 都志雄

1. 背景と目的

近年、コスト縮減や施工の合理化を背景に少数主桁橋梁が考案され、その施工実績を伸ばしている。これらの橋梁では施工性から見て、主桁と床版の接合に用いるスタッドジベルを集中配置する群ジベルとした方が収まりの良い場合も多い。その際の検討では、合成効果の検証に力点が置かれる傾向にあるが、床版が支持桁の一部で部分固定される影響について着目した例はない。また、プレートガーダー橋の連続支点部の主桁下フランジの一定区間に下床版を設けて、圧縮力を負担させる2重床構造が試みられており、支持辺の一部が部分固定の条件に近くなることが想定される。そこで本研究では、床版が部分的に固定される場合の解析手法を提案し、変位や応力の3次元解の数値計算を行う。

2. 解析手法

四辺支持された床版や、自由辺を持つ床版の支持辺の一部が部分固定される場合の解析として、級数で表示された式を有限の区間で再展開する倉田の厳密解がある¹⁾。しかし、この解析手法は固定区間に任意の長さを持たせその位置が変化する場合や、多層構造からなる床版系に導入する場合には困難さが予測される。筆者らは過去に全周固定される積層板の解析手法として、支持辺近傍にダミー桁を配置して固定条件を近似的に生み出す手法を開発した²⁾。図-1はダミー桁を配置した床版モデルの概念図である。版の支間長を a とし、曲げ剛性が無限大のダミー桁を単純支持辺の直近 ($1/20a$) に配置する。この手法の利点は厚板理論のみで適用できる支持条件となる場合には、変位や各種応力の厳密解が得られることにある。

3. 解析結果

3.1 既往の研究成果との比較

等分布満載荷重 q を受ける四辺支持正方形版の3つの部分固定条件下における解析結果を表-1に示す。表には倉田の解と本手法による弾性定数等が同一の3層版モデルの解とを比較している。なお参考として厚板理論と同様の手法による薄板理論の結果も示した。部分固定の範囲は各支持辺長の $a/3$ 区間とし、解析対称は版中央のたわみと x, y 方向の上縁の直応力である。倉田はたわみと曲げモーメントを公表しているが、本研究では応力で整理することにした。なお、座標 x, y の原点は床版中央点においている。

表によれば、本手法による厚板解は倉田の解に対して全周固定のたわみが7%程度の誤差となっているが、その他は数%の範囲内に納まっており、良好な精度を有していることが判る。薄板解に関しても厚板解とほぼ同等となっていることから、ダミー桁を配置する手法は実用的であり、比較的簡便な処理で3次元解が得られた。

3.2 たわみとせん断応力の比較

表-1の各辺の中央部分を固定する「部分固定2」のケースにおけるたわみ分布を図-2に示す。図にはダミー桁の位置を示しており、たわみ分布がその桁位置の影響を受けていること

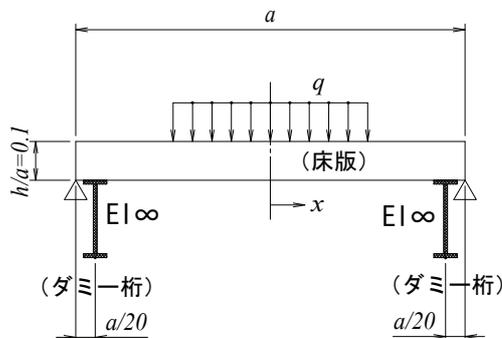


図-1 ダミー桁の概念図

キーワード 厚板理論, 薄板理論, 部分固定, 積層板

連絡先 〒984-0014 宮城県仙台市若林区六丁の目元町 8-1 ショーボンド建設(株)北日本支社 TEL022-288-1311

が判る. また, 桁位置が単純支持辺直近であれば, 計算結果にはほとんど差が生じないことを確認している.

図-3には版の面内に作用するせん断応力 τ_{xz} の分布を示す. 図の着目位置は版の厚さ方向の中央面で, 支持辺付近に近づくに従い, せん断応力が増加する状態となっている. また, 版の中央よりも固定位置端部の方がせん断応力が小さくなることが判る. 本解析手法は実橋床版でも適用可能であり, 舗装や床版下面に補強層を有する異種材料の, 層間はく離する場合の応力挙動が把握できると推測される.

4. まとめ

本研究では, 支持辺内で部分固定される床版でのたわみや応力の3次元解を得る手法として, ダミー桁を支持辺付近に配置する手法を用いてその妥当性を確認した. その結果, 本手法による部分固定版の計算値は既往の研究による解とほぼ同一の値となり, 良好な精度を有していることが判った. この手法は材料定数の異なる多層版にも展開ができることから, 実橋床版をモデルとした舗装や補強材を考慮した場合でも解析が可能となる. 本研究では四辺支持版を例としたが, 相対する二辺が支持, 残りの二辺が自由の版の支持辺の一部が部分固定される場合に対しても, 四辺支持版と同様に倉田の解との比較から, 10%程度の範囲内で解が得られている.

参考文献

- 1) M. Kurata : Bending of Simply Supported Rectangular Plates With Clamped Portions Along Arbitrary Sections of the Edges, Ing. Arch., XXVIL. Band, pp. 385-416, 1960.
- 2) 横山広, 安東祐樹, 関口幹夫, 堀川都志雄 : 全周固定される多層版解析の一手法について, 構造工学論文集, Vol. 54A, pp. 910-917, 2008. 3.

表-1 四辺支持版の解析結果の比較

支持条件	解析対象		倉田の解	厚板解	薄板解	B/A	C/A	
			A	B	C			
単純支持		w	(単位)	0.0443	0.0460	0.0444	1.04	1.00
		σ_x		-28.68	-29.01	-28.74	1.01	1.00
		σ_y		-28.68	-29.01	-28.74	1.01	1.00
部分固定1 (一辺)		w	w	0.0323	0.0330	0.0320	1.02	0.99
		σ_x	$\left[\frac{qa^4}{Eh^3} \right]$	-21.00	-20.87	-20.82	0.99	0.99
		σ_y		-24.30	-24.51	-24.36	1.01	1.00
部分固定2 (四辺中央)		w	σ_x, σ_y	0.0155	0.0158	0.0150	1.02	0.97
		σ_x	$\left[q \right]$	-14.40	-14.40	-14.10	1.00	0.98
		σ_y		-14.40	-14.40	-14.10	1.00	0.98
部分固定3 (四辺角部)		w		0.021	0.021	0.020	0.99	0.94
		σ_x		-17.64	-17.41	-17.16	0.99	0.97
		σ_y		-17.64	-17.41	-17.16	0.99	0.97
全周固定		w		0.0138	0.0148	0.0134	1.07	0.97
		σ_x		-13.74	-13.80	-13.50	1.00	0.98
		σ_y		-13.74	-13.80	-13.50	1.00	0.98

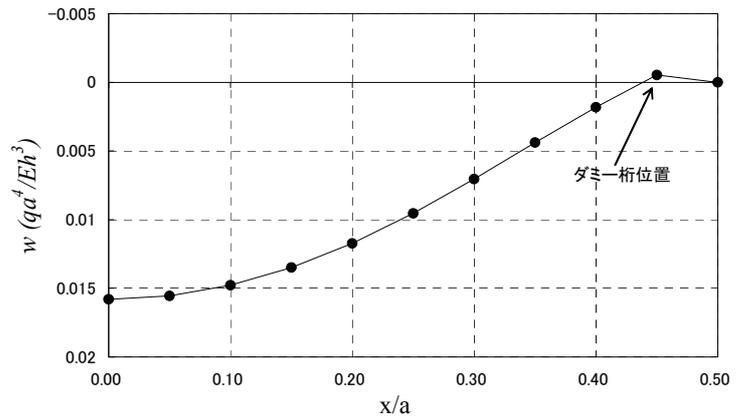


図-2 たわみ分布($y/a=0$)

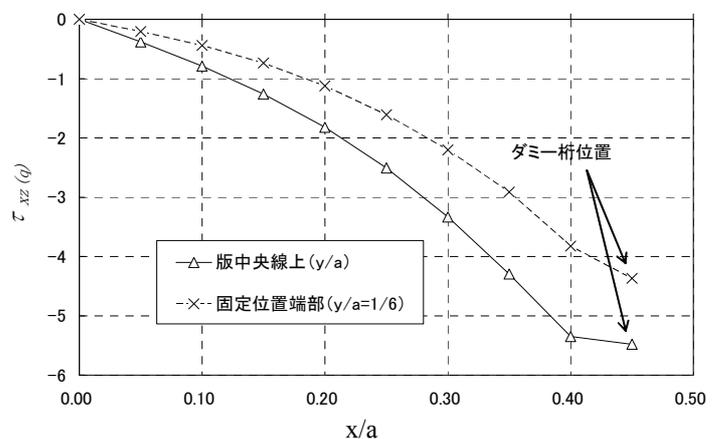


図-3 版中央面での水平せん断応力分布