

大阪大学工学部 フェロー 松井繁之*1 大阪大学工学部 学生員 ○ 桐川 潔*
株式会社 春本鐵工 正員 江頭慶三*

1. はじめに

近年研究されてきた、少数主桁化に伴う長支間化に対応するため、長支間にも使用できるRC床版の設計曲げモーメント式を著者らは提案してきた¹⁾。しかし、床版支間6mを超えるような長支間においては、RC床版を使用するより、PC床版を使用するのが適切である。PC床版を使用することで、床版の死荷重軽減、桁への影響改善、疲労寿命の増加などRC床版と比べての優位な点があげられるからである。長支間化によってこれらの効果がより顕著にもたらされると予想される。

また、PC床版は、通常ひび割れを許さない設計（本文ではこれをフルプレストレス状態と呼ぶ）が前提であったが、この状態では、既往の研究^{2),3)}、及び実験から十分過ぎる耐久性があることが解っている。そこで施工性、経済性の面から、ポストテンション方式によるパーシャルプレストレスとし、有害でないひび割れを許容するPRC床版（Prestressed Reinforced Concrete）も考えられてきている。

以上のことを踏まえ、本編では、プレストレス導入量別設計曲げモーメント式、及び床版厚式を提案する。

2. 解析方針

橋軸直角方向(主鉄筋断面)はPRC、橋軸方向(配力鉄筋断面)はRCの床版の場合(以下、1方向プレストレス床版)と、橋軸直角方向PC(フルプレストレス)、橋軸方向PRCの床版(以下、2方向プレストレス)についての解析を行う。PRC床版もRC床版と同様に、乾燥収縮や移動輪荷重の繰返しにより、床版下面に橋軸および橋軸直角方向のひび割れを発生し、主鉄筋断面と配力鉄筋断面の剛性の差から、直交異方性版の挙動を示す。よって直交異方性度($\alpha = I_x/I_y$ I_x, I_y : それぞれ配力鉄筋、主鉄筋断面の断面2次モーメント)を考慮し、設計曲げモーメント式の検討を行った。

RC断面の場合は、コンクリートの引張側断面無視と仮定し、発生する応力度を求める。PC断面の場合は、引張力が発生しない全断面有効とした。PRC断面の場合は、導入するプレストレス量も考慮してひび割れ後の安定した断面を決定し応力度を求めた。しかし、この計算法はかなり複雑であるため、今回はNilson⁴⁾の近似解を用い算定を行った。この算定方法では、中立軸以下のコンクリートの引張抵抗は無視し、断面内のひずみ(応力)は直線分布をなすと仮定する。

解析モデルは道路橋示方書の規定範囲外を考え、支間 $L=30\text{m}$ 、主桁間隔は $b=6\text{m}\sim 12\text{m}$ まで1m間隔の7種類とし、有限要素法を用いて解析した。

荷重はB活荷重の後輪($P_r=10\text{tf}$)を、 $200\times 500\text{mm}$ 上の部分分布荷重とし、床版全厚の1/2の面まで45°で拡げ分布するものとした。(舗装はこれには影響しないとする)。前輪($P_f=2.5\text{tf}$)の影響を考えるため、現行の自重車諸元の中で最も軸距の短いダンプトラックを想定して、後輪から3.85m離れた位置に載荷した。載荷台数に道示に準じた。なお、車両進行方向は床版支間に直角の場合のみを考えている。導入するプレストレス量としては、フルプレストレス状態を100%とし、1方向プレストレスの場合は、50%、40%、25%、12.5%、2方向プレストレスの場合は60%、20%とした。この値はフルプレストレス状態、及び鉄筋が断面力を分担して受け持つ状態を想定している。

3. 床版厚および設計条件

解析に用いた基本床版厚を表-1に示す。これらの式は鉄筋とコンクリートの発生応力が、許容応力度にほぼ等しくなるよう収束計算を行って求め

表-1 床版厚 (cm)

導入方向	プレストレス導入量	床版厚
1	$40\% \leq \sigma_{pi} \leq 100\%$	$1.7b+17$
1	$25\% \leq \sigma_{pi} < 40\%$	$2.6b+11.8$
1	$12.5\% \leq \sigma_{pi} < 25\%$	$5b-3$
2	$20\% \leq \sigma_{pi} \leq 100\%$	$1.7b+17$

(適用範囲 $6 \leq b \leq 12\text{m}$)

Shigeyuki MATSUI, Kiyoshi KIRIKAWA, Keizo EGASHIRA

た、使用する鉄筋はD13, D16, D19, D22 (材質はSD295を想定) とし、間隔は100mm以下とした。解析モデルでの、応力照査時の鋼とコンクリートのヤング係数比は $n=15$ 、解析時はコンクリートの設計基準強度 $\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$ とし $n=7.0$ を用いた。また、等分布死荷重による床版の曲げモーメント(単位幅1mあたり)は、道示の支間曲げモーメント式(道示Ⅱ鋼橋偏 表-6.1.3)を用い、従来どうり主鉄筋方向のみで受け持つものとした。1方向プレストレスの場合は導入量により床版厚が増減することがわかったが、導入量と床版厚の関係は判断するのに難しい。そこで、安全側をとり、床版の最少厚さとして1方向フルプレストレス状態のものを採用した。また、2方向プレストレスの場合は1方向フルプレストレス状態を初期値とし、床版厚は、それ以上薄くしないものと規定して解析を行った。これは、あまり薄くしすぎると、せん断力による破壊も考えなければならなくなるためである。

3. 解析結果

1) 1方向プレストレス床版

床版厚は、フルプレストレス状態より、パーシャルプレストレス状態の方が薄くできる場合が発生する。これは、フルプレストレス状態はひび割れの発生を許さないため、コンクリートの断面のみで外力に抵抗しているのに対し、パーシャルプレストレス状態では、コンクリート断面+鉄筋により、外力に抵抗できるからである。また、40or25%のプレストレス量になると I_x, I_y がバランスし、同時に M_x, M_y も配分がバランスしてくるため設計上有利となることがわかった(経済的)。解析値を図-1に示す。

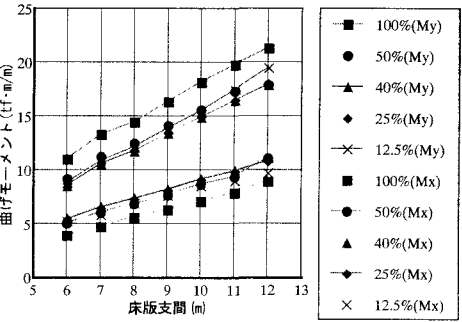


図-1 1方向プレストレスの解析値

2) 2方向プレストレス床版

床版厚を固定したことにより、3種とも、発生する曲げモーメントの値にはっきりとした比例関係があらわれた。これは、床版厚が一定となることで異方性度の収束が起こり、主鉄筋方向と配力鉄筋方向の分配率が統一されたからである。よって基本値に

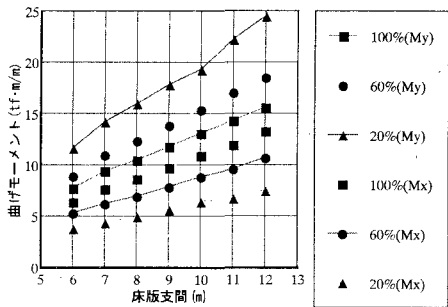


図-2 2方向プレストレスの解析値

係数をかけることによって、各プレストレス導入状態の設計曲げモーメント式を表すことができる。解析値を図-2に示す。

表-2 床版の設計曲げモーメント式($\text{tf} \cdot \text{m/m}$)

導入方向	プレストレス導入量	主鉄筋方向: M_y	配力鉄筋方向: M_x
1	100%	$1.7b+1.43$	$0.81b-0.78$
1	50%	$1.6b-0.86$	$0.83b+0.92$
1	40%	$1.6b-1.06$	$0.86b+1.09$
1	25%	$1.61b-0.93$	$0.83b+0.93$
1	12.50%	$1.74b-1.31$	$0.76b+1.0$
2	100%	$M_{y0}=1.29b+0.39$	$M_{x0}=1.14b-0.33$
2	60%	$M_{y0} \times 1.17$	$M_{x0} \times 0.815$
2	20%	$M_{y0} \times 1.57$	$M_{x0} \times 0.585$

(適用範囲 $6 \leq b \leq 12\text{m}$)

4. 設計曲げモーメント式

床版支間6~12mまで適用できる、活荷重設計曲げモーメント式を表-2に示す。本式には解析・誤差等に対する余裕量は考えていないので、したがって、実設計に用いるPRC床版の最低厚は表-1の値に1~2cmほど大きくすることを提案する。

[参考文献] 1) Matsui・Egashira: Study on Design Bending Moments for Various Concrete Floor Slabs on Highway Bridges, Osaka University Technical Report Vol.47, No1,1997 (印刷中), 2) 東山浩士, 松井繁之: 橋軸方向プレストレスしたコンクリート床版の走行荷重に対する, 3) 栗原, 金崎, 金田, 松井: 橋軸方向にプレストレスを導入したRCプレキャスト床版の疲労性状, 構造工学論文集Vol.1,44A,1998.3, 4) 小林, 藤井, 岡田: プレストレスとコンクリート構造学, オーム出版

Shigeyuki MATSUI, Kiyoshi KIRIKAWA, Keizo EGASHIRA