

数値解析によるプレキャスト PC 床版の耐疲労性能評価にむけたモデル化手法の検討

法政大学デザイン工学部 正会員 ○藤山知加子 本多弘樹

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 長尾千瑛 正会員 後藤俊吾

1. 目的

本研究の目的は、プレキャスト PC 床版の耐疲労性能評価に非線形有限要素解析を適用するため、PC 床版各要素の適切なモデル化の条件を検討することである。

2. 検討概要

2.1 対象構造および検討ケースの概要

輪荷重走行試験の再現解析の実施を想定し、3次元非線形有限要素解析ソフト（コード：COM3D）を用いて試験体の再現モデルを構築した。再現対象の試験体はポストテンション方式と仮定した。対象構造の概要および本研究で検討する PC 鋼材およびプレストレス導入法のモデル化手法の例を表-1 に示す。PC 鋼材を線要素あるいはソリッド要素を用いて離散的に表現する手法と、埋め込み要素として分散して表現する手法、さらに PC 鋼材を直接モデル化せず、導入プレストレスを節点力として与える手法について検討を行った。主鉄筋と配力鉄筋は、鉄筋の特性値をソリッド要素内に平均化させる RC 要素を用いて再現を行った。

また、荷重走行試験で用いられる横桁方向の弾性支持梁は簡略化を行い、I 型鋼を同等の断面 2 次モーメントを有する角型鋼で再現した。また、離散モデルでは、実験条件に準じて、弾性支持梁と床版間にあるモルタルおよび丸鋼支持を模擬した支持剛部材のモデル化を行った。標準的モデル概要を（図-1）に示す。

材料特性は、コンクリートには圧縮強度 78.4N/mm^2 、引張強度 4.22N/mm^2 、ヤング率 $43,800\text{N/mm}^2$ 、ポアソン比 0.20、鉄筋では降伏強度 345N/mm^2 、引張強度 490N/mm^2 、ヤング率 $200,000\text{N/mm}^2$ 、PC 鋼棒については引張強度 1080N/mm^2 、導入プレストレス 245kN 、ヤング率 $200,000\text{N/mm}^2$ を設定した。

表-1 PC 鋼材およびプレストレス導入法のモデル化手法の例

タイプ	モデル内容	軸方向剛性	せん断剛性	付着	ケース名
離散モデル	線要素（床版両端節点のみ）	あり	なし（ピン結合）	なし	L-D
	線要素（床版要素各節点）	あり	なし（ピン結合）	なし	L-M
	ソリッド	あり	あり	あり．完全	S-N
	ソリッド（境界面要素導入）	あり	あり	あり．ただしずれを考慮可能．	S-B
分散モデル	埋込み要素	あり	あり	あり．完全．	BPC
鋼材を直接モデル化しない	コンクリート節点に荷重を加える	なし	なし	なし	RCF

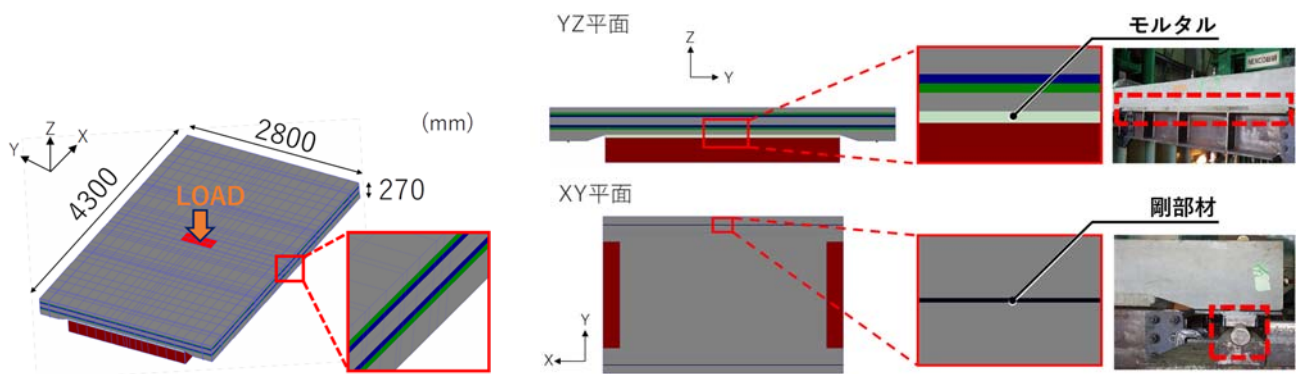


図-1 標準モデルの概要

キーワード プレキャスト PC 床版, 非線形有限要素解析, PC 鋼材, プレストレス導入

連絡先 東京都新宿区市谷田町 2-33 法政大学デザイン工学部 複合構造研究室 050-3136-4675

2.2 荷重条件

はじめに、床版中央部に静的荷重を行い、たわみおよび鉄筋位置のひずみの比較を行った。次に、輪荷重走行試験を模擬した解析を行った。荷重方法は初めに STEP1 として輪荷重 250kN を 10 万回、次に STEP2 として輪荷重 490kN を破壊に至るまで¹⁾、500×3000(mm)の走行範囲で 500×200(mm)の面積の荷重を順次移動させ、1 秒間に 1 往復するように移動荷重を設定した。

3. 解析結果

3.1 たわみの推移

輪荷重走行試験を模擬した解析のうち、発散等の問題がなく計算を進めることができたケース L-M および BPC について、荷重回数と版中央たわみの関係を図-2 に示す。ケース L-M については、長期間の繰返し荷重によるプレストレス低下を想定し、はじめからプレストレス量を初期設定の 80%, 60%, 0% (RC と表示) とした場合の結果も示した。どちらも STEP2 のみ表示している。いずれのケースも STEP2 で 490kN の荷重を 12 万回与えても破壊の兆候を示すようなたわみの急激な増加は見られず、たわみは 1.8mm 程度にとどまった。一方、プレストレスをまったく導入しなかったケース L-M 0%では、STEP2 でたわみは急増した。

3.2 破壊形態の推定

ケース L-M については、STEP2 で 490kN 荷重を引き続き 2 億回荷重した後、版中央に再び荷重した。モデル支間中央断面のせん断ひずみ分布を図-3 に示す。荷重直下では斜め下方向にのびる押抜きせん断破壊状のひずみの分布が見られるとともに、せん断ひずみが水平方向へ進展する兆候も見られた。PC 鋼材を離散的に配置することで、PC 鋼材位置で連続するように発生する水平ひび割れを再現できる可能性がある。

4. 結論

- (1) 本研究で想定する諸元の PC 床版では、PC 鋼材を離散的に配置しても、分散的に配置しても、490kN の移動荷重 12 万回の繰返しでは、明確な破壊の兆候は得られなかった。
- (2) PC 鋼材を離散的に配置する手法で、移動荷重繰返しによるひずみの増加を定性的に示すことができた。

参考文献

- 1) 長尾千瑛，広瀬剛：プレキャスト PC 床版継手の疲労耐久性照査試験，プレストレストコンクリート工学会第 26 回シンポジウム論文集，pp.189-192，2017。

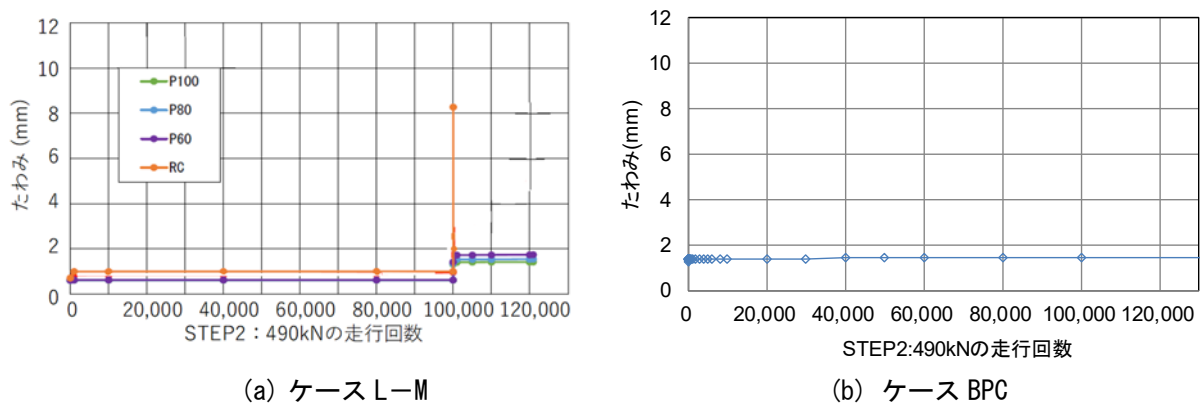


図-2 移動荷重の荷重回数と版中央たわみの関係

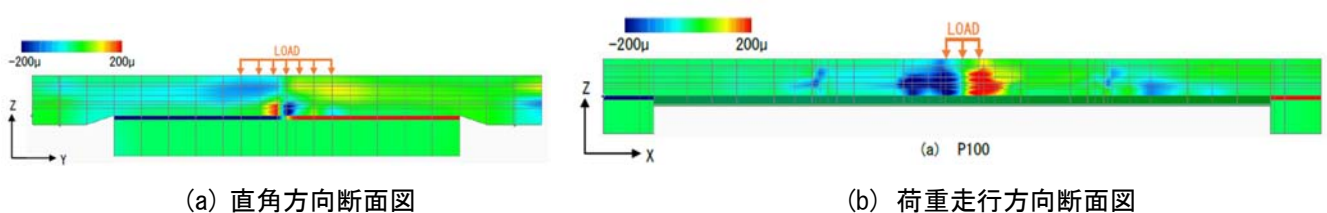


図-3 支間中央断面のせん断ひずみ分布 (ケース L-M)