

横梁を省略した鉄道高架橋についての考察

JR 東日本コンサルタンツ株式会社

正会員 ○丹羽 健治

東日本旅客鉄道株式会社

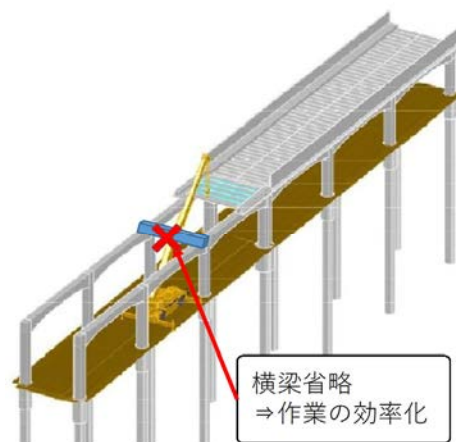
正会員 飯塚 大介

JR 東日本コンサルタンツ株式会社

フェロー会員 九富 理

1. はじめに

都市部の鉄道高架化事業は制約が多く、完成までに長い期間を要するため、コストダウンの観点からも工期短縮が課題となる。工期短縮案として高架橋のプレキャスト化が考えられるが、図－1に示すように柱・縦梁架設後に横梁を省略してスラブを架設できれば、部材種類の少数化による効率的な施工が可能となると考えている。(以下、横梁省略構造)
一方、ラーメン構造として横梁を省略した場合、上部工に作用する線路直角方向の地震時水平力を柱に伝達する横梁が無く、スラブの曲げ剛性と縦梁のねじり剛性で柱に地震力を伝達する構造になるため、両者の剛性と強度確保が課題となる。本報告では鉄道高架橋における横梁省略構造の最適化を目的として設計を行ったので結果を報告する。

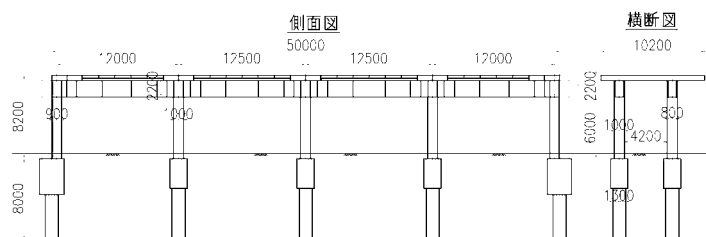


横梁省略
⇒作業の効率化

2. 検討条件

高架橋は図－2に示すように2柱式1層4径間のRCラーメン高架橋を想定し、高さ8.2m、スパン12.5m、幅員約10mとした。地盤条件はG3地盤、杭径は1.3m長さ8mに設定した。杭以外の各部材はプレキャスト(以下PCa)とし、柱・縦梁・スラブの順で設置する構造とした。PCa部材は運搬並びにクレーンによる架設の制約条件を考慮して1部材当たり25t以下の重量とした。本検討においてはスラブと縦梁の部材断面決定要因となる線路直角方向のL2地震時を想定して試算を行った。

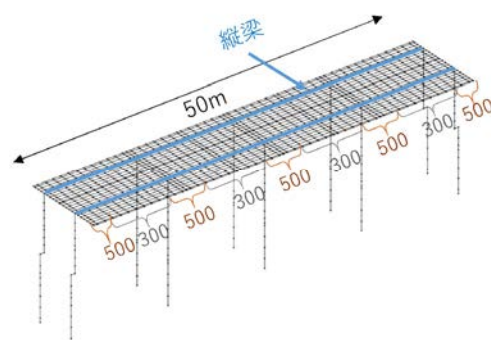
図－1 横梁省略構造の架設状況図



図－2 構造一般図

3. 高架橋のモデル化

図－3に高架橋の3次元骨組モデルを示す。PCaスラブは幅1.5mとし、柱近傍1.5m区間とスパン中央の厚さはそれぞれ500mm、300mmに設定した。また各PCa部材は梁要素でモデル化し、スラブは線路方向にも梁要素を配置して全体で格子状とした。なお、PCaスラブ間はループ継手を使用してコンクリートを充填して一体化する構造とするため、梁要素の面内方向の曲げ剛性は剛とした。



図－3 高架橋3次元骨組モデル

4. スラブの設計

図－4は線路直角方向に地震時慣性力(応答震度0.76相当)を載荷した際の曲げモーメント図であり、スラブについては線路直角方向鉛直面内の成分を示している。スラブに着目すると柱近傍1.5m区間内に曲げモーメントが集中し最大で1260kNmとなっている。また柱近傍付近からスパン中央

キーワード 鉄道高架橋, 構造計画, プレキャスト, 効率化

連絡先 〒141-0033 東京都品川区西品川1-1-1 14階 JR 東日本コンサルタンツ(株) TEL03-5435-7627

にかけて曲げモーメントは 330kNm 程度に減少した．この結果を考慮してスラブを RC 断面として設計を行うと，柱近傍は厚さ 500 mm に対して D32@100mm の鉄筋を，スパン中央部は厚さ 300 mm に対して D32@100mm の鉄筋を配置すれば要求性能を満足する結果となっている．一般的な横梁を有する高架橋のスラブの諸元と比較した結果を表 1 に示す．横梁を省略した場合は柱近傍のスラブを厚くし、鉄筋量については全体的にかなり多く配置する必要がある．

5. 縦梁の線路直角方向に対する設計

図 5 に縦梁に発生するねじりモーメント図を示す．図より柱近傍にねじりモーメントが集中し最大 1680kNm となっている．柱交差部の縦梁のねじり剛性を剛としていることも影響しているが，ねじりが集中する構造である事が確認できる．柱近傍のねじり補強鉄筋はせん断補強鉄筋と合わせて D22-2 組@125mm が必要となっているが，スパン中央付近に向かってねじりモーメントは減少していき，ねじりの影響が小さくなっている．

6. 結果と考察

今回の結果より，横梁省略構造の RC ラーメン高架橋について，柱近傍のスラブ厚を 500 mm とすることで構造が成立することが明らかになった．以下に横梁省略構造の課題について考察する．

1) スラブについて

- ・柱近傍の曲げモーメントが大きくなるため，一般的な横梁を有する高架橋に比べて応力集中箇所のスラブを厚くする必要がある．
- ・スパン中央を含めて全体的に断面に配置する鉄筋量が多くなる．
- ・1 スパン内でスラブの厚さを変える場合，部材の種類が多くなる．
- ・スラブの厚さが異なる場合は，図 6 に示すように縦梁との接合部において段差対策が必要となる．

2) 縦梁について

- ・柱近傍のねじりモーメントが大きいため，多くのねじり補強鉄筋を配置する必要がある．
- ・ねじり補強鉄筋は閉合する必要がある，PCa 縦梁断面内に配置することになる．

スラブの厚さを 500 mm とした結果，スパン中央付近のスラブ厚より重量が約 65% 重くなり，クレーンの使用性能等を踏まえ，架設計画に検討を要する．今後これらの結果及び課題を踏まえてコストダウンを図れる構造を提案していきたいと考えている．

参考文献

1) 岡田典高, 柴田信文, 石橋忠良：鉄道ラーメン高架橋を 5 日で構築するプレキャスト構造に関する検討, 令和 2 年度土木学会全国大会第 75 回年次学術講演会, V-232, 2020

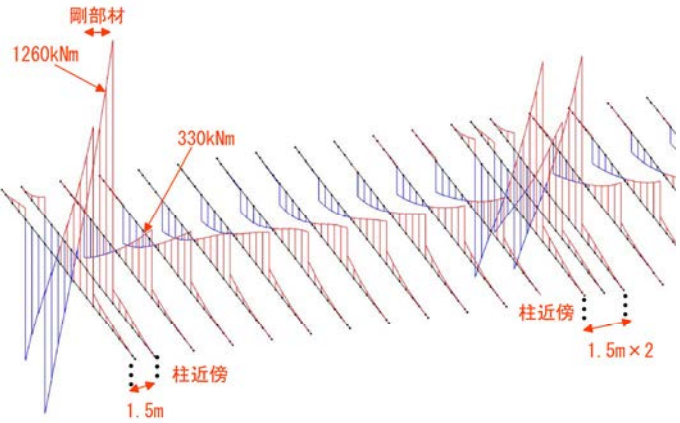


図 4 スラブに発生する曲げモーメント図

表 1 柱近傍スラブの諸元比較表

	スラブ諸元			
	柱近傍		スパン中央	
	上側引張	下側引張	上側引張	下側引張
横梁省略構造	厚さ 500mm	厚さ 500 mm	厚さ 300mm	厚さ 300mm
高架橋	D32@100mm	D32@100mm	D32@100mm	D32@100mm
一般的な	厚さ 400mm	厚さ 250 mm	厚さ 400 mm	厚さ 250 mm
高架橋	D16@125mm 程度	D16@125mm 程度	D16@125mm 程度	D16@125mm 程度

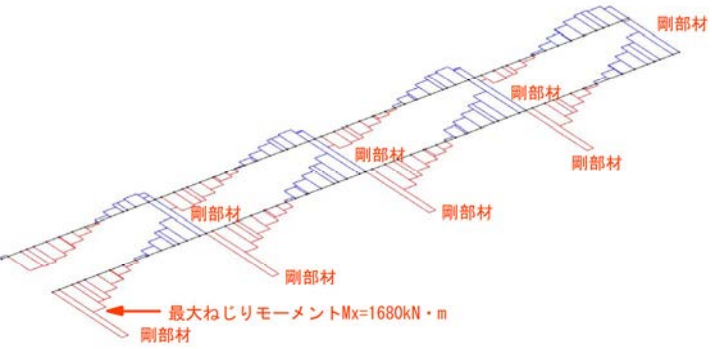


図 5 縦梁に発生するねじりモーメント図

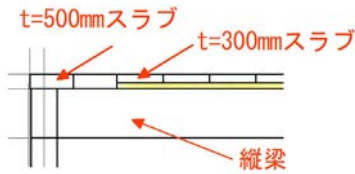


図 6 スラブ配置図