

背割り式ラーメン高架橋の解析モデルに関する一考察

北武コンサルタント（株） 正会員 ○京田 英宏
北武コンサルタント（株） 正会員 渡辺 忠朋

1. はじめに

背割り式ラーメン高架橋は、高架橋接続部の柱を同一の基礎に剛結した構造形式であり、高架橋間の不同沈下による高架橋接続部の目違いが生じないこと、支承構造の維持管理が不要なこと、構造の連続性から景觀性に優れることなどの利点がある。しかし、背割り式ラーメン高架橋は隣接する高架橋同士が基礎を共有する連続構造のため、モデル化の範囲と解析方法が設計実務を行ううえで課題となる。これに対して、隣接する高架橋の影響を簡易に考慮し、着目する高架橋のみをモデル化する方法(図-1)が提案¹⁾されているが、同一構造が連続する高架橋を対象としており高架橋間の死荷重や耐力に差がある場合の適用性は不明である。本稿では、一般部と駅部の接続区間を対象に、背割り式ラーメン高架橋の地震時のモデル化を検討した。

2. 検討概要

2.1 解析対象

連続構造から部分的に取り出して解析を行うには、力のつり合い条件と変位の適合条件を満足させる必要がある。ただし、背割り式ラーメン高架橋の一般部と死荷重の大きな駅部の接続区間は、高架橋間の死荷重や耐力に差があるため、着目する高架橋のみをモデル化しても力のつり合い条件と変位の適合条件を満足させるのは困難である。したがって、着目する高架橋と隣接する高架橋の3連をモデル化することとした。

図-2に解析モデルを示す。構造形式は15m×4径間のビームスラブ式ラーメン高架橋、接続形式は背割り式、基礎形式はパイルベント構造のφ1500の場所打ち杭、地盤種別はG3である。また、着目する高架橋R2が先行降伏するように隣接する高架橋R1、R3の柱の鉄筋量を調整し、地盤は成層地盤を仮定し一様とした。

2.2 解析方法

解析方法は、鉄道構造物の一般的な地震応答解析法であるプッシュオーバー解析^{2~4)}とし、線路方向への一方向載荷とした。解析ケースは、1) 高架橋3連を非線形とする基本モデル、2) 隣接する高架橋柱部材の剛性を降伏剛性(全断面有効の20%剛性)とするモデル、3) 隣接する高架橋柱部材の剛性をラーメン高架橋の分担水平力を算出する際に使用する全断面有効の50%剛性とするモデル、4) 着目する高架橋1連のみをモデル化し隣接する高架橋の影響を背割り部の柱部材基部に外力として与える既往の簡易モデル¹⁾である。

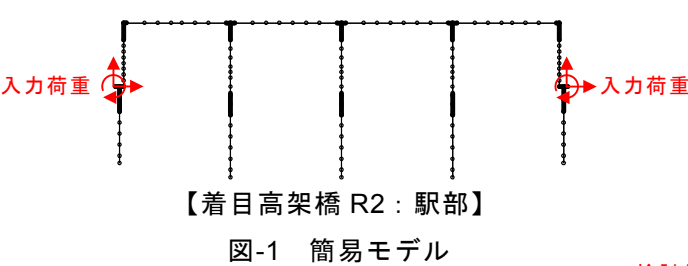
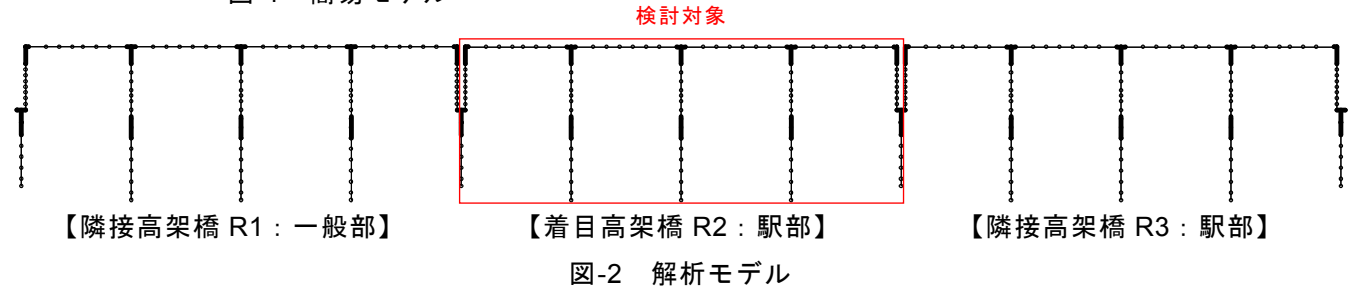


表-1 解析ケース一覧

解析ケース	解析モデル	部材特性				
		着目高架橋		隣接高架橋		
		梁、柱、杭	地盤	柱	梁、杭	地盤
ケース1	3連	非線形	非線形	非線形	非線形	非線形
ケース2	3連	非線形	非線形	降伏剛性	線形	非線形
ケース3	3連	非線形	非線形	50%剛性	線形	非線形
ケース4	1連	非線形	非線形	—	—	—



キーワード 背割り式ラーメン高架橋, プッシュオーバー解析

連絡先 〒062-0020 札幌市豊平区月寒中央通7丁目4番7号 北武コンサルタント 技術部 TEL.011-851-3181 FAX.011-851-4329

3. 解析結果

図-3に水平震度－水平変位関係を、表-2に耐力・変形性能一覧を示す。耐荷性状についてケース1の基本モデルと比較すると、高架橋3連をモデル化したケース2、ケース3は概ね同様の結果であるが、高架橋1連をモデル化したケース4は耐力や変形性能を再現できていない。図-4に背割り部における隣接高架橋の柱部材基部断面力－水平変位関係を示す。ここで、ケース4は隣接する高架橋1連毎にプッシュオーバー解析により算出した柱部材基部断面力を示している。ケース1の基本モデルと比較すると、隣接高架橋の柱部材剛性を降伏剛性とするケース2は断面力変化をある程度再現している。つまり、ケース2は基本断面を設定するうえで有効な方法と考えられる。一方、高架橋1連をモデル化したケース4では曲げモーメントやせん断力の複雑な応答性状を再現できていない。これは、変位の適合条件を満足しないことが原因と推察される。

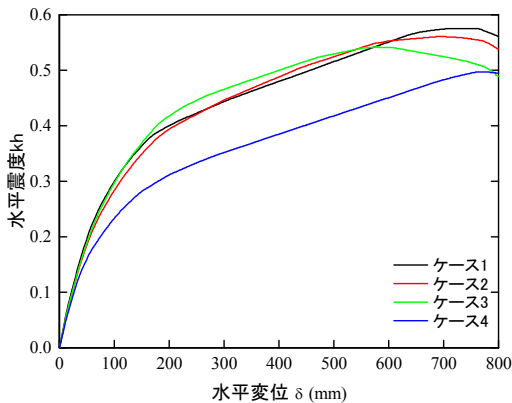
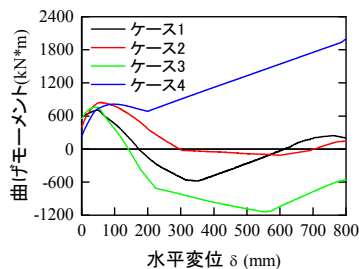


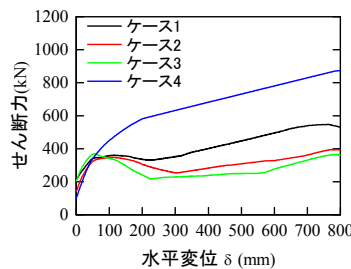
図-3 水平震度－水平変位関係

表-2 耐力・変形性能一覧

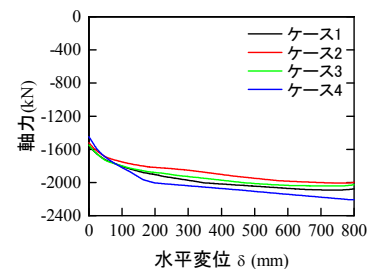
解析ケース	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
基礎の支持力係数: αf	1.0	1.0	1.0	1.0
損傷レベルの照査: ρ_m	1.0	1.0	1.0	1.0
降伏震度: K_{hy}	0.326	0.358	0.335	0.226
	—	(1.10)	(1.03)	(0.69)
降伏変位: δ_y (mm)	118	158	124	94
	—	(1.34)	(1.05)	(0.80)
最大応答震度: K_h	0.499	0.514	0.518	0.414
	—	(1.03)	(1.04)	(0.83)
応答変位: $\mu \times \delta_y$ (mm)	453.12	467.68	453.84	486.92
	—	(1.03)	(1.00)	(1.07)
応答塑性率: μ	3.84	2.96	3.66	5.18
	—	(0.77)	(0.95)	(1.35)



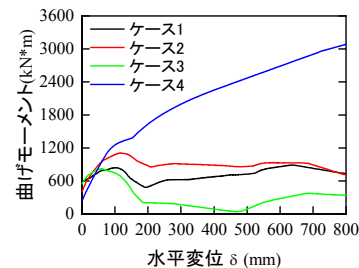
(a) R1 側曲げモーメント



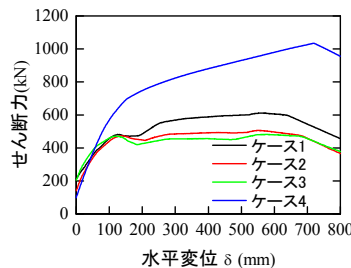
(b) R1 側せん断力



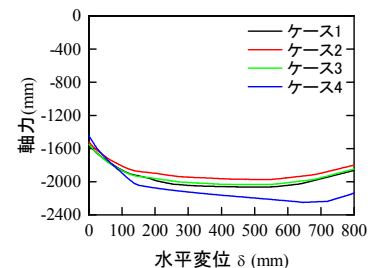
(c) R1 側軸力



(d) R3 側曲げモーメント



(e) R3 側せん断力



(f) R3 側軸力

図-4 背割り部における隣接高架橋の柱部材基部断面力－水平変位関係

4. まとめ

一般部と駅部の接続区間のように高架橋間の死荷重や耐力に大きな差がある場合には、高架橋1連のみで簡易に評価することは困難であり、隣接高架橋を一体とする3連モデルによる非線形解析が望ましい。また、隣接高架橋を降伏剛性とするモデル化は、設計実務において基本断面を設定する場合には有効と考えられる。

参考文献

- 1) 成嶋健一，伊吹真一，大庭光商：背割り式ラーメン高架橋のモデル化に関する一考察，土木学会年次学術講演会講演概要集，Vol.64，V-540，pp.1077-1078，2009.9
- 2) (公財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物，2004.4
- 3) (公財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物，2012.1
- 4) (公財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，2012.9