

ねじりの非線形性が RC 構造物の応答に与える影響に関する一考察

北武コンサルタント(株) 正会員 ○阿部 淳一 (財) 鉄道総合技術研究所 正会員 谷村 幸裕
 北武コンサルタント(株) 正会員 渡邊 忠朋 (財) 鉄道総合技術研究所 正会員 田所 敏弥

1. まえがき

道路や建物などが複雑に交差する都市部、あるいは駅部などに架設される鉄道構造物は、不整形な構造形態を余儀なくされる場合がある。このような不整形構造物の地震時応答は、複雑になると想定され、またねじりの影響が無視できなくなることが考えられる。

本論文では、鉄道 RC ラーメン橋台を対象として、柱や梁にねじりの非線形性¹⁾を考慮した動的解析を行い、得られる結果から、ねじりの非線形性が構造物に与える影響について検討を試みる。

2. 解析モデル

検討の対象としたのは、図-1 に示す実構造物を基に設定した、駅部の斜角 RC ラーメン橋台である。斜角は 70 度である。この橋台は、起点方に桁長 13.6m の RCT 桁、終点方に 7.46m の RC スラブ桁を支持する。また駅部であるため、ホーム 2 面を支持する。地盤はⅢ種地盤、基礎は杭基礎で杭長 16.5m である。

骨組み解析モデルを図-2 に示す。柱の上下端部、地中梁の左右端部には、図-3 に示す $M-\theta$ 関係として非線形性を考慮した²⁾。上層梁、および杭体は断面高さに要素分割し、 $M-\phi$ 関係として非線形性を考慮した。なお、柱部材、および杭部材の非線形性能には軸力相関を考慮している。ねじりの非線形性は、柱および地中梁部材を対象とし、図-4 に示すねじりモーメントと回転角の関係で与えた¹⁾。なお、対象モデルの詳細は、参考文献 3) に示される。

本論文では、ねじりの非線形性が構造物に与える影響を検討するため、ねじりの非線形性を考慮しない場合 (CASE1) と、柱部材のみにねじりの非線形性を考慮する場合 (CASE2)、および柱と地中梁にねじりの非線形性を考慮する場合 (CASE3) の全 3 ケースで検討を行った。

3. 解析結果

ここでは、上述の 3 ケースの解析結果を示す。図-5 には図-1 の節点 1 における平面変位履歴図を示す。図中の黒色の線は CASE1、灰色の線が CASE2、●で示したのが CASE3 の結果である。図のように、CASE1 と CASE2 では同

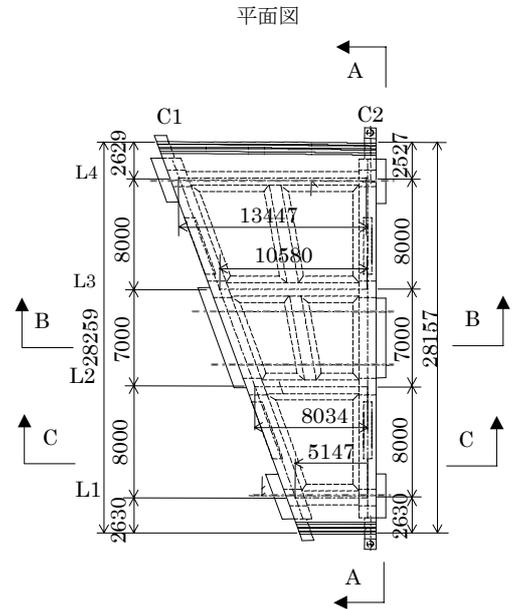


図-1 対象構造モデル

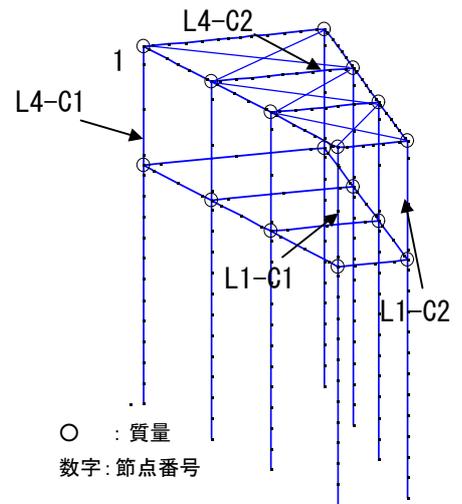


図-2 骨組み解析モデル

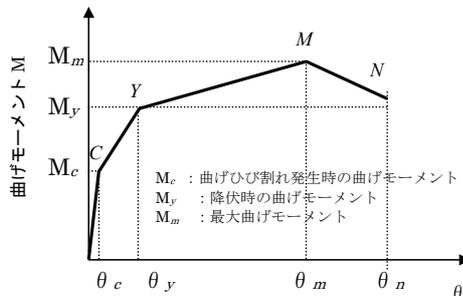


図-3 RC 部材の $M-\theta$ 関係

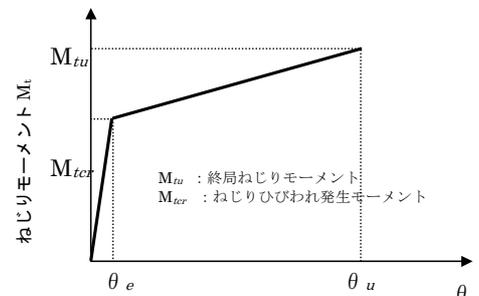


図-4 RC 部材の $M_t-\theta$ 関係

キーワード RC ラーメン橋台, 不整形構造物, ねじり, 時刻歴応答解析

連絡先 〒062-0020 札幌市豊平区月寒中央通 7 丁目北武第 2 ビル 北武コンサルタント(株) TEL011-851-3181

様な履歴結果となっているが、CASE3 の履歴のみが異なる結果となっている。

表-1 は、図-5 の履歴における最大値と最小値をそれぞれ抽出したものである。表のように、CASE1 と CASE2 ではいずれの値も 2mm 程度の違いであるが、色付けた CASE3 の線路方向の最大値が、CASE1 および CASE2 の結果と大きく異なっていることがわかる。

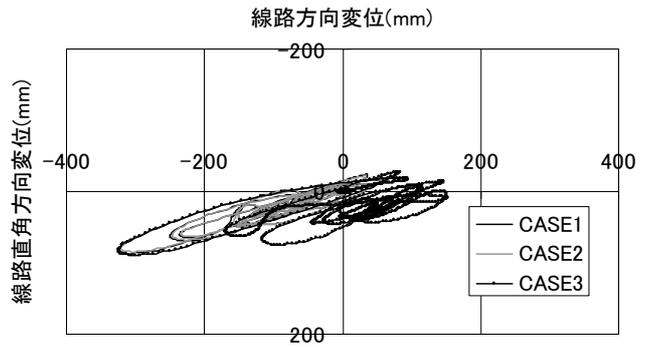
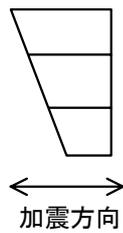


図-5 平面変位履歴図

次に、表-2 には隅に配置されている柱部材 4 本の最大応答回転角の比較を示す。表中の部材は、図-1 に示される。また、表中の CASE2/CASE1 あるいは CASE3/CASE1 は、CASE2 あるいは CASE3 の応答値を CASE1 の応答値で除した応答比である。この応答比を比較すると、CASE1 と CASE2 では最大でも 1.04 倍となり、応答値に大きな差は生じていないことがわかる。一方、CASE1 と CASE3 では、応答回転角が最大で 1.16 倍となり、応答値に差が生じている。

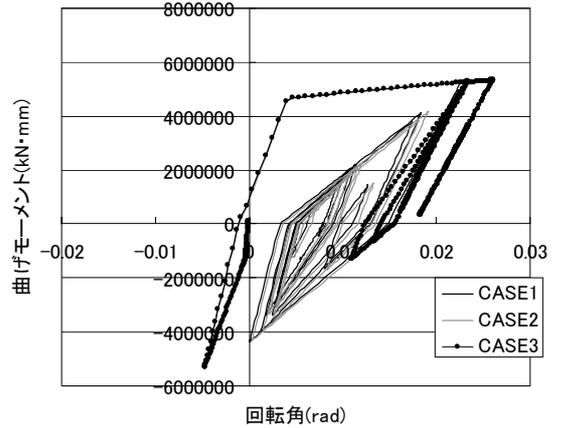


図-6 柱の M-θ 履歴図

これらの結果のように、ねじりに非線形性を考慮する場合、柱部材にねじりの非線形性を考慮しても、構造物に与える影響は少ないが、地中梁にねじりの非線形性を考慮した場合には、構造物に与える影響は大きくなる結果が得られた。これは、柱部材にねじりの非線形化が生じて、上層梁あるいは地中梁と接合されているため、変位適合ねじりの部材に相当し、構造上の安定性に影響しなかったためであると考えられる。一方、地中梁部材は釣合いねじりに相当すると考えられ、ねじりの非線形化が構造物としての安定性に影響し、柱部材の回転角が増大するような結果になったと想定される。

表-1 最大変位

変位抽出方向	変位(mm)			
	CASE1	CASE2	CASE3	
線路方向	MAX	95.1	94.6	151.8
	MIN	-324.7	-322.1	-325.1
直角方向	MAX	86.7	84.5	89.2
	MIN	-24.3	-22.2	-27.5

表-2 柱部材の最大応答

部材	応答回転角(rad)				
	CASE1	CASE2	CASE3	CASE2/CASE1	CASE3/CASE1
L4-C1	0.02021	0.02093	0.02008	1.04	0.99
L4-C2	0.02255	0.02327	0.02605	1.03	1.16
L1-C1	0.01607	0.01585	0.01633	0.99	1.02
L1-C2	0.01904	0.01876	0.02180	0.98	1.14

4. まとめ

本論文では、不整形な構造物の地震時の応答に着目し、ねじりの非線形性が構造物に与える影響を、柱部材と地中梁部材でそれぞれ解析し検討を行った。その結果、柱部材のねじりの非線形性は、それ単独では構造物の応答に大きく影響を与える結果とはならなかった。一方、地中梁にねじりの非線形化を考慮した場合には、構造物へ与える影響は比較的大きくなる結果となった。

なお、本論文では、ねじりモーメントと曲げモーメントの骨格曲線は独立として解析を行ったが、本来、同一部材であるために、曲げモーメントとねじりモーメントには何らかの相関関係があると考えられる。今後、これらの相関関係について検討を行いたいと考えている。

参考文献

- 1) 土木学会，コンクリートライブラリー第 52 号 コンクリート構造物の限界状態設計法指針（案），1983.
- 2) 鉄道総合技術研究所編，鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物，丸善株式会社，2004.
- 3) 阿部淳一，渡邊忠朋：ねじりの非線形性を考慮した RC 構造物の応答に関する検討，土木学会北海道支部論文報告集，2010.