

支持条件の異なる土構造物上の RC 路盤に関する一検討

(株)復建エンジニアリング ○正会員 橋本 雅俊

(株)復建エンジニアリング 正会員 井口 光雄

(株)復建エンジニアリング 正会員 岡田 典高

1.はじめに

土構造物上の軌道構造として主に道床軌道が用いられてきた。しかし、高架橋等で用いられているスラブ軌道などの土木構造物境で軌道構造が異なることは、接続部においてより多くの保守等が必要となる。そこで、連続した軌道構造物として、スラブ軌道等の省力化軌道構造が土構造物上でも用いられるようになった。これらは土構造物を、極力路盤面の沈下を抑制するような信頼性の高い精度で構築することにより可能となった。省力化軌道構造のなかでも RC 路盤は直接土構造物上にあり、全面ばねで支持されている状態である。しかし、RC 路盤下に剛性の異なる構造物等が接すると、そのバランスが崩れることがある。そこで本検討は、土構造物上に構築されたスラブ軌道等の省力化軌道構造の中で RC 路盤に着目し、支持条件が RC 路盤に及ぼす影響について限界状態設計法及び 3 次元 FEM 解析により検討を行った。

2.解析対象モデル

検討モデルとして橋台と橋台背面の土構造物との接続部を想定した。

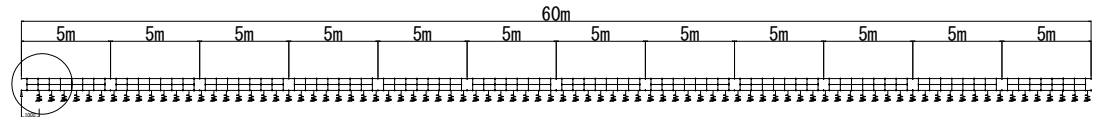


図-1 検討骨組モデル図

限界状態設計法では文献 1)より新幹線の検討モデル及び設計条件を参照した。図-1 に全体モデルを示す。RC 路盤を標準長の 60m とし、支間 5m のスラブを路盤上に配置している。橋台はこの図の左端部に想定している。図-2 に図-1 の丸の部分拡大したものを示す。図の左端部支点が橋台のパラペット上とする。RC 路盤及びレール、スラブは弾性ばねとし、軌道パット、CAモルタルは線形ばねとした。地盤条件は全面支持ばねで $K_{30}=110\text{MN/m}^3$ とした。また、橋台背面の土構造物上の軌道であるため、橋台背面で残留沈下が起こる地盤ばねについても考慮した。支持条件は支点数を CASE 1 の 1 箇所から CASE 2 の 2 箇所、CASE 3 の 3 箇所まで設定し、さらに表-1 に示すように支点間隔距離を変化させた。解析条件は、荷重に対して軸となる支点 A は固定、支点 B 及び支点 C は圧縮方向に固定、引張方向に自由とした。ここで複数の支点を設定した CASE 2・CASE 3 においては、支点 A が軸となり RC 路盤の端部が浮き上がる現象が荷重載荷状態により起こる場合がある。列車走行時においては、車軸が浮き上がっている支点上を通過するたびに RC 路盤を抑え込み、衝撃を与えることとなる。そこでその衝撃を、解析上 RC 路盤が浮き上がる支点上に、浮き上り量相当の鉛直荷重を載荷することとして評価した。次に FEM 解析モデルを図-3 に示す。諸条件は上記と同様とし、コンクリートは $f'_{ck}=21\text{N/mm}^2$ と設定した。構造寸法は限界状態検討時の CASE 3-1 を用いる。支点 A に関して、橋台背面にあるアプローチブロック等と RC 路盤が密着している状態を想定して、線路方向に固定条件の幅を持たせた。ただし、FEM 解析では浮き上りに対しての鉛直荷重載荷は行っていない。

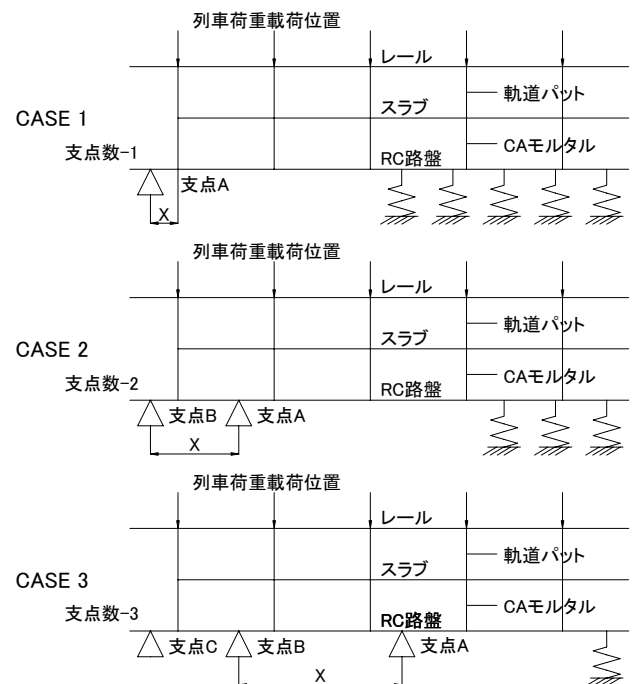


図-2 検討骨組モデル図(端部)

Case 1		Case 2		Case 3	
No	X (mm)	No	X (mm)	No	X (mm)
-1	300	-1	500	-1	850
-2	350	-2	750	-2	1100
-3	460	-3	1150	-3	1250
-4	500	-4	1650	-4	2050
		-5	1900		

表-1 検討骨組モデル寸法値

キーワード: 省力化軌道, RC 路盤, 軌道構造

連絡先: 東京都中央区日本橋堀留町 1-11-12 TK 堀留ビル Tel.03-5652-8563 Fax.03-3660-9374

3. 解析結果

終局限界時の応答値を図-4 及び図-5 に示す。ここで示している断面耐力は 1)の参考 RC 路盤断面より算出している。図-4 の曲げモーメントの結果では CASE 1 においては位置に関わらずほぼ同値を示しており、RC 路盤の断面耐力内である。CASE 2 では支点間隔が広がるほど大きな値を示している。特に CASE 2-4・5 では RC 路盤の耐力を超える値である。CASE 3 においてはすべて RC 路盤の耐力を超える値となった。図-5 のせん断力の結果でも CASE 1 では位置によらずほぼ同値が得られた。しかし、CASE 1 以外のすべての複数の支点がある場合で、RC 路盤の断面耐力を超える値となっている。これらの断面耐力を超えているケースでは、共通して支点 A が軸となって RC 路盤端部が浮き上がっている。CASE 3-1 では支点 C で 5mm 程度の浮き上がりが発生していた。これより限界状態設計法では複数の支点を有する CASE 2・CASE 3 において、RC 路盤端部が浮き上がり、危険となる結果が得られた。次に FEM 解析による列車荷重載荷時の応力図を図-6 から図-8 に示す。図-6 は RC 路盤を上面から見た図である。図-7 は RC 路盤を下面から見た図である。共に支点 A の右側で応力が集中しているのがわかる。図-8 は RC 路盤の中心部断面を側面から見た図である。この図より支点 A が軸となって RC 路盤が変形していることがわかる。支点 B 及び支点 C 付近では、どの図からも RC 路盤にほぼ変化は見られず、それらの支点が支点として機能していないと考えられる。限界状態設計法と FEM 解析の検討により橋台背面では、RC 路盤端部を 1 つの支点で支持している状態が、RC 路盤にとっては影響が少ない状態であると言える。

4. まとめ

以上結果より、RC 路盤に複数の支点が存在する支持状態では、荷重に対して近い側の支点が軸となるので、遠い側の支点上で RC 路盤が浮き上がることがわかった。これは、列車走行時に RC 路盤は抑え込められるため、好ましくない状態である。本検討では橋台の背面を想定したが、他の場合においても、RC 路盤下に複数の支点がある状態では、同様の結果が得られると考えられる。土構造物上に省力化軌道を整備する際は、RC 路盤の支持条件として複数の支点が存在しないよう RC 路盤とその下の構造物と十分縁切りする必要がある。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同説 省力化軌道用土構造物編
- 2) 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編

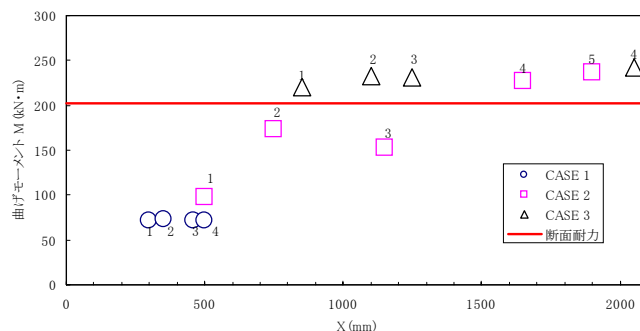
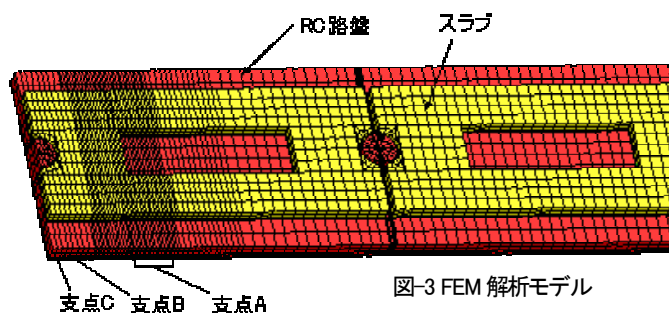


図-4 終局限界時曲げモーメント結果

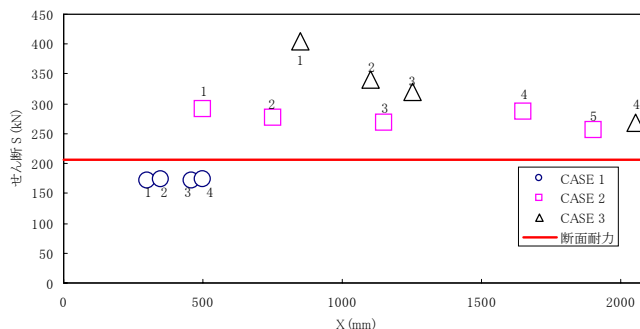


図-5 終局限界時せん断力結果

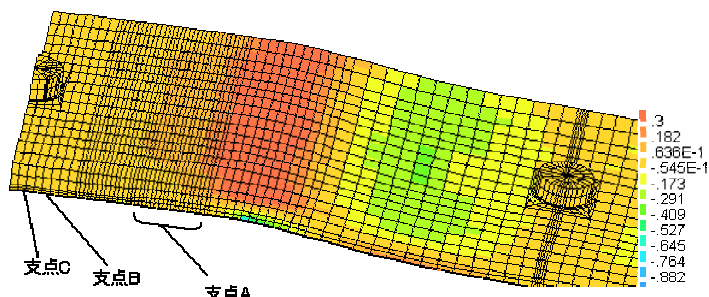


図-6 応力図(上面)

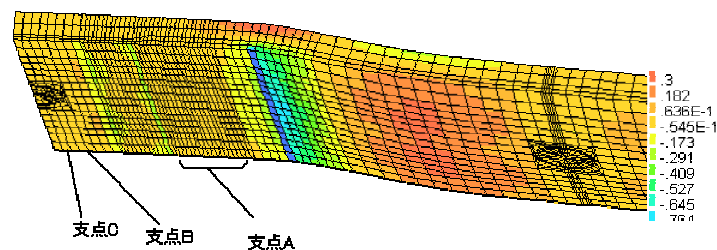


図-7 応力図(下面)

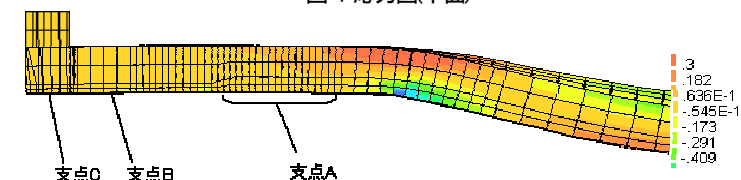


図-8 応力図(RC 路盤中央断面の側面図)