

IV-188

標準軌を敷設した狭軌用軌道スラブの応力解析

J R 東日本 東北工事事務所 正会員 奥石 逸樹
 " " " " 正会員 國分 春男
 " " " " 正会員 築島 大輔
 鉄道総合技術研究所 正会員 安藤 勝敏

1. はじめに

新幹線を直接在来線に乗り入れることで新幹線サービスの拡大と在来線のリニューアルを図る新在直通運転計画が推進されている。この計画では在来線の軌間(1067mm)を拡幅して標準軌(1435mm)に改軌することになるが、狭軌用軌道スラブが敷設されている区間の改軌については昨年開業した山形新幹線（福島～山形）でも施工実績がなく、現状の狭軌用軌道スラブを最大限活用した経済的な改軌方法の確立が望まれている。

そこで、現在敷設されている狭軌用軌道スラブを削孔し、新たに鋼管アンカーを埋め込み幅広なタイプレートを用いて標準軌道に改軌する方法の実現性を検討するために、狭軌用軌道スラブのFEM解析結果をもとに軌道スラブに発生する応力の検討を行ったので報告する。

2. 狭軌用軌道スラブの改軌方法と課題

スラブ軌道区間の改軌方法としては、軌道スラブを全て狭軌用から標準軌用に変換することが考えられるが、この方法ではスラブの撤去、新設、路盤拡幅等を要し経済性ならびに工期の面で新在直通運転計画のある線区の輸送量等に対して過大となる。そのため、現在敷設されている狭軌用軌道スラブを改築することで改軌する上記の方法を考案したが、これには①設計図と現地に敷設されている狭軌用軌道スラブの照合、②狭軌用軌道スラブに標準軌を敷設したときの軌道スラブの応力、③新しく設ける締結装置用孔とスラブ鋼材位置の関係、④横圧によるスラブ端のせん断応力、⑤幅広な特殊タイプレートの設計等の課題がある。

3. 狭軌用軌道スラブのFEM解析

軌道スラブの解析は従来からFEMにより行っており解析モデルでは、レールは細長い部材であるはり、スラブは平板、締結装置および枕木は線形ばねとしている。今回解析を行った軌道スラブは、PRC-A-155C(50N)であり、狭軌用軌道スラブの標準軌化による影響を検討するために、レール位置を狭軌での位置から左右とも外側に185mmずつ広げている。(図1)

解析の結果を設計外力モーメントと変形量について整理すると以下のことが分かった。

(1) 設計外力モーメント

レール方向ではモーメントは最大で16%増加し、絶対値としてはスラブ中央部の下側のモーメントが大きくな

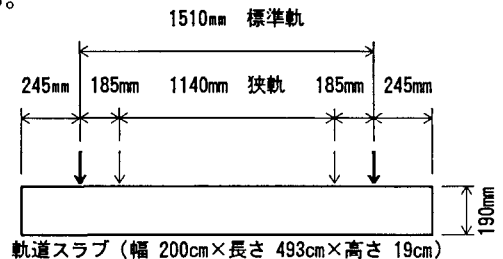


図1 列車荷重用作用位置

表1 設計外力モーメント比較表

条件：1・2級線用、疲労検討輪重 $P=10.4t$
 $k_r=6.0tf/cm$ (単位：tf・m/m)

		レール方向		レール直角方向
端 部	上側	標準軌	-0.25	-0.95
		狭 軌	-0.25	-0.43
	下側	標準軌	0.58	0.69
		狭 軌	0.50	0.84
中央部	上側	標準軌	-0.29	-0.62
		狭 軌	-0.26	-0.38
	下側	標準軌	0.71	0.69
		狭 軌	0.64	0.80

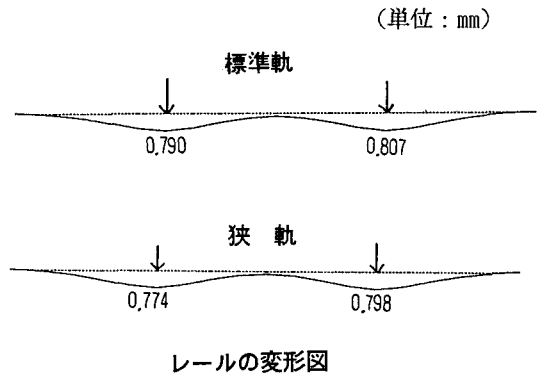
表2 疲労検討時のコンクリート応力度

		レール方向		レール直角方向	
		端 部	中央部	端 部	中央部
検 討 断 面 幅 b (cm)	上側	72.2	200	65.75	312.5
	下側			90.25	
有効プレストレス σ_{cs} (kgf/cm ²)	上側	15.5	10.8	18.6	15.0
	下側			13.0	
1・2級線輪重 (kgf/cm ²)	上側	11.4	6.0	2.8	4.7
	下側	5.9	-1.0	1.6	3.6
3・4級線輪重 (kgf/cm ²)	上側	11.9	6.6	4.8	6.0
	下側	7.1	0.5	3.0	5.1

る。レール直角方向ではスラブ端部、中央部ともに上側のモーメントは列車荷重の作用位置が外側に移った影響を受けて約60～120 %増加するが、下側のモーメントは減少している。（表1）

(2) 変形量

レールの変形量は狭軌、標準軌とも0.7～0.8mm程度であり問題となるような差は生じない。軌道スラブの変形量はスラブ端部、中央部とも外縁で変形量が約2倍の0.10～0.13mmと増加する一方、スラブ軌間内の変形量は小さくなっており、外縁部の変形をCAモルタルで支持することがより重要になっている。（図2）



4. 狭軌用軌道スラブの発生応力の検討

軌道スラブの応力解析は、昭和54年から59年に敷設された1・2級線用のPRC-A-155C(50N)形の軌道スラブで行い、検討した軌道スラブではPC鋼棒にSBPR 95/110 ϕ 11mm(レール方向)、 ϕ 13mm(レール直角方向)を使用している。

解析は現在の線級を考慮し、1・2級線用と3・4級線用の輪重の2通りで行っている。

(1) 疲労検討時のコンクリート応力度

FEM解析結果による外力モーメントを用いて疲労検討輪重作用時のコンクリート応力度を算出すると、1・2級線輪重ではレール方向の中央部下側が -1.0kgf/cm^2 となり若干ではあるが引張応力が生じることが分かったが、その他の検討断面では応力上の余裕は減少するがフルプレストレスとなっており問題はない。なお、今回の検討においてレール直角方向の端部上側の検討は突起部分の断面欠損を考慮して行っている。（表2）

(2) 設計輪重時の鉄筋およびコンクリート応力度

設計輪重が作用した場合の鉄筋応力度は、ひび割れ幅を0.1mm以下とするため 1000kgf/cm^2 に制限されているが、今回の検討においてもこの制限を満足しており問題ないことが分かった。（表3）

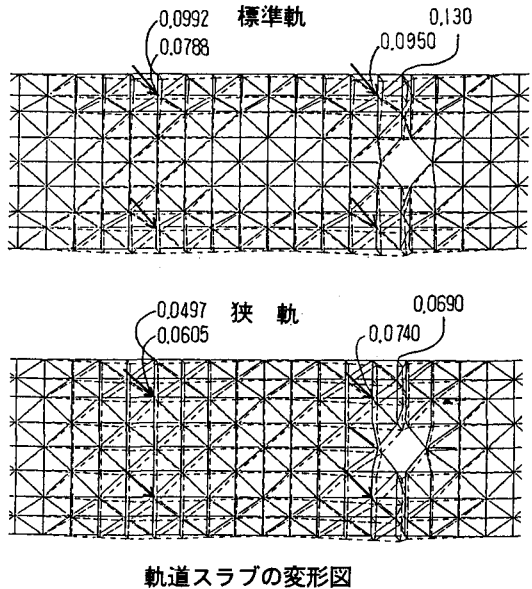


図2 レール及び軌道スラブの変形図

表3 設計輪重時の鉄筋応力度

(単位: kgf/cm^2)

			レール方向		レール直角方向	
			端部	中央部	端部	中央部
1・2 級線輪重	上側	σ_s	—	-25	252	32
		σ_c	26	24	73	42
	下側	σ_s	35	559	186	95
		σ_c	43	69	50	47
3・4 級線輪重	上側	σ_s	—	-30	119	2
		σ_c	25	22	61	37
	下側	σ_s	4	344	97	43
		σ_c	39	57	42	41

5. おわりに

供用中の狭軌用軌道スラブを改築する経済的な改軌方法の開発を目指して、今回は軌道スラブの応力照査を実施し3・4級線輪重については問題のないことを確認した。今後は更に他の課題についても検討を進めることとしたい。