

1. まえがき

今日の鉄道では車両の乗心地の改善、保守労力の軽減等を計るため、レール継目を溶接したロングレール軌道が広く採用されている。このロングレール軌道では、主として温度伸縮の処理と座屈に対する強度の2点が問題となり、座屈については道床横抵抗力が一様にこれを阻止しようとして作用する点が特徴になっている。したがって、道床横抵抗力の特性を知ることが重要となってくるが、この道床横抵抗力はマクラギの材質・重量、道床の材質等によって異なっており、簡単に決定することはできない。

ここは今日わが国において採用されている各種マクラギ軌道の横抵抗力について試験した結果について紹介し、更にマクラギ諸元からその抵抗力の推察が可能となるように検討した結果について報告する。

2. 試験概要

2.1 試験設備 この試験を行なうための試験設備は、図-1に示すように、「地震時における道床横抵抗力の試験」を行なうために作られた鉄筋コンクリート製の実験槽の中で、マクラギ2本分(間隔: 60cm)、レール長: 1.2m)の軌道を組み、油圧装置により、中央でレールに取付けた横引棒を引くものである。その際、横引棒途中に取り付けた張力計で横引力(道床横抵抗力)を、また横引棒反対側のマクラギ端でポテンシオメーターにより軌道変位を測定した。

また、横引棒に際して軌道が変形するのを防ぐため、図に示すブレーシングを用い軌道の剛体化を計っている。

2.2 供試軌道 試験に供した軌道は表-1.に示すように新幹線用3種、在来線用5種の計8種類である。

そして、マクラギ各面の分担力を求めるために、各軌道で道床形状を次のように変えて試験を行なった。

- (1). マクラギ底面のみ道床と接する。
- (2). マクラギ底面及び端面と道床と接する。
- (3). マクラギ底面及び側面と道床と接する。
- (4). 標準形状。

試験回数は各道床形状で新幹線用15回、在来線用10回を標準とし、毎回軌道を元の位置に押戻した後、パール・タコで搦め固めを行ない、5回毎にはタイタンパーによる搦め固めを行なった。

3. 試験結果

3.1 変位と抵抗 道床横抵抗力は、軌道の変位に対して漸増する部分と、飽和して一定値となった部分(最終道床横抵抗力)とに分けられ、軌道の安定の程度は後者によって表わされるとされている。

判定記録の一例を図-2.に示したが、これによるとほぼ一定値に達する時の変位は約20mmとなっているが、この値は軌道種別、道床形状、道床締固まり度等によって1〜

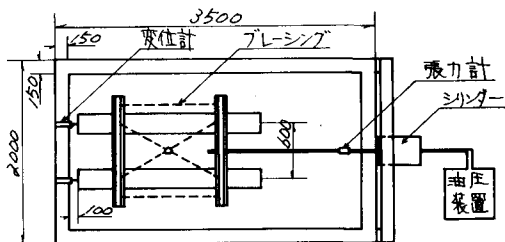


図-1. 試験設備

表-1. 供試軌道の種類

	新 幹 線			在 来 線				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
レール	60K	50T		50N	40N	50N		
マクラギ	PC3Hc	PC3Ta		PC3号	PC17号		木	
締結装置	102形	102形		5形	10形		F形916ト	
道床バラスト	砕石	砕石		砕石	砕石		砕石	砕石
バラスト	有	有	無	有	無	無	無	無

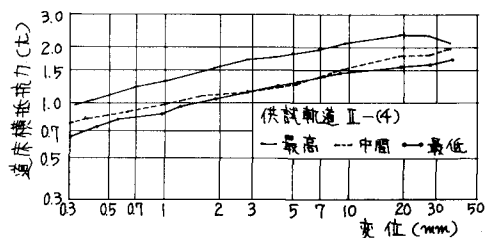


図-2. 軌道変位と道床横抵抗力

30 mm と幅広く変化することが確かめられた。

以下ではこの最終道床横抵抗力により検討を進める。

3.2 試験におけるバラツキ 前述のように試験回数5回毎にタイタンパーによる捣き固めを行なったが、このことも原因して横抵抗力は図-3. に示すような値となった。試験結果をみるとタイタンパーで捣き固めることにより5~20%横抵抗力が上昇する傾向が見られる。

3.3 各道床形状における横抵抗力 各道床形状における横抵抗力の平均値を表-2. に示す。この値は前述のようにバラツキが相当あるため、試験結果のうち大小各1/5を除いて平均したものであり、これにより分散係数はそれぞれ数パーセントとなっている。

また、(4)の形状との比較のため[(2)+(3)-(1)]の値を求めて併記してある。

4. 考察

4.1 PCマフラギ軌道 バラストマットの影響について、Ⅳ・Ⅴではほとんど差が見られないが、Ⅱ・Ⅲと比較すると約12%Ⅱの方が大きくなっている。しかし、Ⅲの軌道の道床がかなり劣化していたこと、また前述の試験において、Ⅲ-(4)の条件で1.71 tを記録していることを考え合わせ、バラストマットの影響はないものとし、抵抗力としてはⅡの値を採用するとする。

この前提のもとで試験結果を修正し、マフラギ1本分の各面の介担力を求めると、表-3. に示すように底面、端面、側面とも各30%強という結果が得られた。

次に、マフラギ諸元と抵抗力の関係について検討する。

まず底面での抵抗力(F_b)はマフラギと道床との摩擦によると考えられるので、重量(W)との比を求めると表-3. のように、 $F_b \approx 0.75W$ という結果が得られた。

端面での抵抗力(F_e)は変位に伴う碎石くさびの受働石圧と考えられ、これより端面積(A_e)と端面高(h_e)の積との比を求めると、 $F_e \approx 0.028 A_e h_e$ という結果が得られた。

Ⅰの軌道の値が大きいのは実験槽の大きさに問題があったのではなかろうかと思われる。

側面での抵抗力(F_s)も同様に碎石くさびの主働石圧による摩擦力と考えられ、これより側面積(A_s)と平均高(h_s)の積との比を求めると、 $F_s \approx 0.0018 A_s h_s$ という結果が得られた。

以上まとめるとPCマフラギ1本当りの道床横抵抗力は次の式で近似されることがえられる。

$$F = 0.75W + 0.028 A_e h_e + 0.0018 A_s h_s$$

4.2 木マフラギ軌道 同様の計算により、底面での抵抗力はⅣでは $F_b \approx 0.68W$ 、Ⅴでは $F_b \approx 0.59W$ 、端面での抵抗力はともに $F_e \approx 0.026 A_e h_e$ という結果が得られた。しかし、Ⅷの道床が相当劣化したものであったので、碎石道床とあるいし砂利道床の比較には不十分な結果となった。

文献 1)佐藤吉彦・他2名「地震時における道床横抵抗力」 鉄道技術研究報告 NO. 675 1969. 4

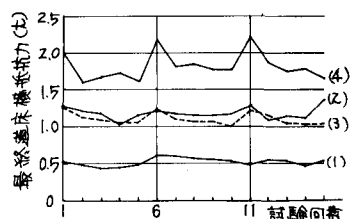


図-3. 最終道床横抵抗力 (供試軌道Ⅱ)

表-2. 各道床形状における最終道床横抵抗力 (kg)

		新 幹 線			在 来 線			
		I	II	III	IV	V	VI	VII
道 床 形 状	(1)	681	519	496	364	341	348	180
	(2)	1,814	1,172	984	748	729	724	386
	(3)	1,638	1,084	1,029	741	722	695	368
	(4)	2,742	1,778	1,582	1,120	1,066	1,160	505
(2)+(3)-(1)		2,771	1,737	1,517	1,125	1,110	1,071	574

表-3. マフラギ各面の介担率及び諸元との関係

軌道種別		60KL-L PC3He	50TL-L PC3Ta	50NL-L PC3号	40NL-L PC7号
マ フ ラ ギ 各 面 介 担 率 (%)	底面 F_b	340 (25)	260 (30)	180 (32)	170 (31)
	端面 F_e	560 (41)	330 (38)	190 (34)	190 (35)
	側面 F_s	470 (34)	290 (33)	190 (34)	180 (33)
	計	1370	880	560	540
マ フ ラ ギ 一 本 当 り の 諸 元	重量 W (kg)	424	350	246	222
	端面積 A_e	672	576	375	374
	端面高 h_e	25.46	21.85	17.4	18.88
	$A_e h_e$	17,100	12,600	6,530	7,060
	側面積 A_s	10,700	9,310	6,290	6,410
	平均高 h_s	22.3	19.4	15.7	16.0
	$A_s h_s$	239,000	181,000	98,800	103,000
	F_b / W	0.80	0.74	0.73	0.77
$F_e / A_e h_e$		0.033	0.026	0.029	0.027
$F_s / A_s h_s$		0.0020	0.0016	0.0019	0.0017