

U 型擁壁の移動を考慮した関西空港線のロングレール管理

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○松丸 和貴

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 田淵 剛

1. はじめに

関西空港線（以下、「関空線」と称す）は、日根野から関西国際空港までの約 11 km を結んだ関西国際空港へのアクセスを担う路線であり、スラブ軌道、鋼橋直結軌道、有道床軌道の 3 種類の軌道構造から成っている。関空線において線路保守管理上に苦慮している点は、①関西空港島内のロングレール管理、②関空連絡橋（鋼橋）内の直線における左右動揺、③関空島内の勾配変更点における保守困難性、④関空連絡橋内の締結装置の腐食の 4 点である。

本取り組みでは、これらの内、有道床軌道である関空島内の沈下に伴うロングレール管理についての考察を行った。

2. 関空島部におけるロングレール管理

(1) 関空島部の構造

関空線の関空島部分（以下、「関空島部」と称す(図 1)）は、路盤上に長さ約 30 m の U 型擁壁（図 2）（以下、「擁壁」と称す）が配置され、その上に PC まくらぎの有道床軌道が敷設されている。

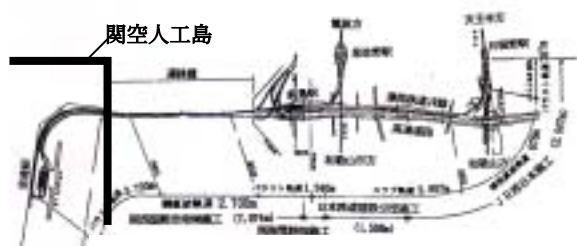


図 1：関空線全体図

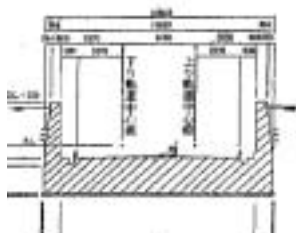


図 2：関空島部の構造（U 型擁壁断面図）

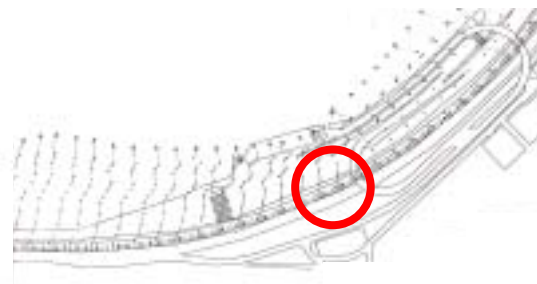


図 3：関空島側方変位（○印が著大通り狂い箇所）

この U 型擁壁には番号が付けられており、関西国際空港株式会社殿が毎年 1 回、全ての擁壁について各擁壁の一箇所、XYZ 方向の移動量の測定を行っている。本研究では、この移動量のデータを用いた。

(2) 関空島の沈下とロングレール管理

関西国際空港は大規模な人工島（以下、「関空島」と称す。）の上に空港が建設されている世界でも稀な海上空港である。また、関空島は開業以来沈下を続けており、関空線は沈下し続ける関空島の上を走る非常に特殊な環境化におかれた路線である。関空島部分の軌道はロングレールであり、ロングレールの安全度判定等、通常のロングレール管理を行っているが、過去 3 度（H7、H14、H16）の著大通り狂い現象(図 3)を経験している。これは、関空島の不等沈下による側方変位が主な原因と考えられているが、具体的なメカニズム等は解明されておらず、現状では、著大通り狂い現象が発生した 9k420m 付近については 3 年に 1 度の定期的なロングレール設定替を行っている。そこで、本研究では、通常のロングレール管理では捉えられない関空島の沈下を考慮したロングレール管理を行うことで、より適切な管理手法への転換を提案した。

3. 新たなロングレール管理に関する仮説及び検証

(1) U 型擁壁の移動を考慮したロングレール管理(仮説)

ロングレールふく進検査（以下、「ふく進検査」と称す）では、ターゲット（レールの移動量を把握するための不動点、図 4 および図 5 における○部）を設置した基礎部は動かないことを前提としているため、関空島部におけるふく進検査では島内から見た相対的なレール移動量（図 4 における S ）を測定していると考えられる。それに対して、実際は、ターゲットを設置した基礎部である擁壁自体が動いているため、島外から見た実際のレール移動量（以下、「実レール移動量」と称す。）を測定する必要があると考えられる（図 5 における R ）。本取り組みでは、ふく進検査により測定したレール移動量および擁壁とターゲットの移動量から、実レール移動量を算出することを試みた。

ターゲットの移動量（ U ）は、関西国際空港株式会社殿が測定している擁壁の移動量のデータから、擁壁の移動量の線路長手方向の成分を取り出して計算したものを用いた（表 1、表 2、図 6）。これより、島外から見たレールの動き R は、 S および U を用いて「 $R = S + U$ 」と表される。

キーワード ロングレール, ふく進, 軸力測定

連絡先 〒593-8325 大阪府堺市西区鳳南町 3 丁 西日本旅客鉄道(株) 阪和線保線区 TEL 072-271-0541

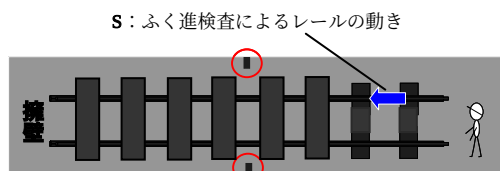


図4：通常のふく進検査

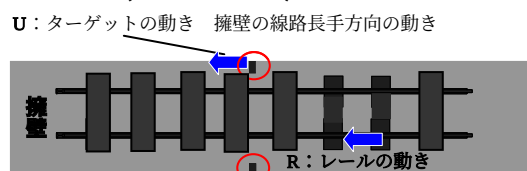


図5：閑空島部でのふく進検査

表1：擁壁の移動量(起点方)	移動量(mm)	起点方(mm)
R18	12.5	15.2
R19	9.9	13.3
R24	6.4	7.6

ターゲット	表位置	ゲット計算移動量	移動量(mm)
9k407m	R18とR19の間	R18終点方、R19起点方の平均値	13.0
9k565m	R24上	R24起点方、R24終点方の平均値	7.0

※各擁壁の起点方と終点方2箇所(終点方向：「+」)

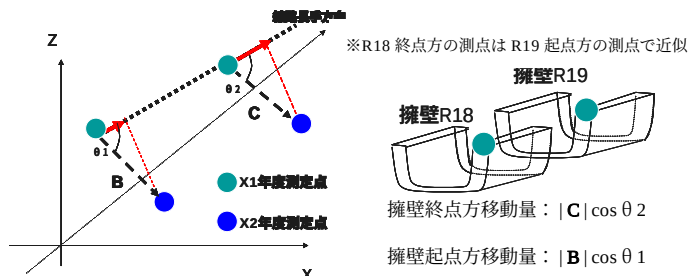


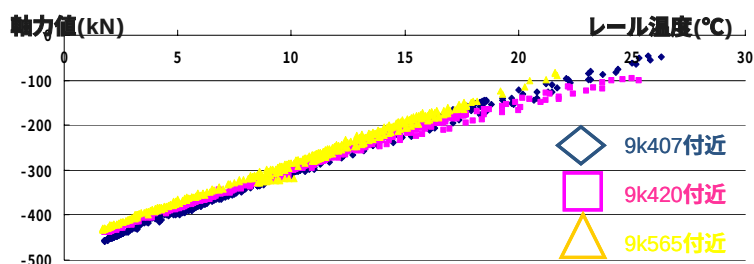
図6：擁壁移動量計算方法

(2) LR 状態監視装置の取り付け(検証)

算出した実レール移動量を検証するため、ひずみの計測によりレール軸力を測定するLR状態監視装置を取り付けた。ここで、装置取り付け箇所は、過去に2度の著大通り狂い現象が発生した区間(9k420m付近)の3箇所とした。



写真1：LR 状態監視装置



グラフ1：測定結果(9k420m付近)

4. 検証結果

(1) 結果

表3に、平成20年秋と平成21年春の2回のふく進検査の結果および、直近で設定替を行った平成18年からの擁壁の移動量を考慮して算出した軸力(①)、従来のふく進検査により算定した軸力(②)、LR状態監視装置の測定データ(③)を比較した結果を示す。なお、軸力の算定方法を以下に示すとともに、平成21年春の擁壁の移動を考慮した軸力の算出過程を図7に示す。

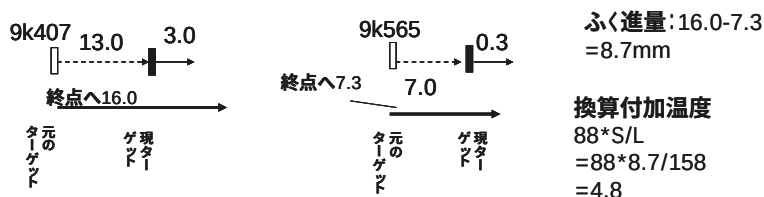
擁壁の移動を考慮した軸力： $P = EA\beta(T - T' + \Delta T)$

従来のふく進検査により算出した軸力： $P = EA\beta(T - T' + \Delta T')$

ここで、 T ：当夜温度、 T' ：設定温度、 $\Delta T = 88 \times (S + U) / L$ 、 $\Delta T' = 88 \times S / L$ 、 S ：ふく進検査によるふく進量、 U ：擁壁の移動量、 L ：杭間長である。

表3：比較結果(単位はkN)

	レール温度	① 擁壁の移動を考慮	② ふく進検査のみ	③ LR状態監視装置 (平均値)
H20.秋	19.1℃	-130	-192	-144
H21.春	12.3℃	-240	-301	-250



軸力： $(12.3 - 30 + 4.8) \times 18.6 = -240$ (kN)

図7：H21春(12.3℃)のときの擁壁の移動量を考慮した結果の算出過程

「LR状態監視装置(平均値)」とは、平成20年11月から平成20年3月の期間に測定したデータを用いて、平成20年秋にふく進検査を実施した時のレール温度(19.1度)と平成21年春に検査を実施した時のレール温度(12.3度)における軸力を平均した値である。この結果から、擁壁の移動量を考慮することにより、レール軸力の算定値は「LR状態監視装置(平均値)」に近づくことが分かった。

(2) 考察

閑空島部のロングレール管理において、閑空島の沈下による擁壁の移動量を考慮することにより、軸力を精度高く把握しロングレール管理の適正化を図れる可能性があることが分かった。

5. まとめ

今後もLR状態監視装置の測定結果を蓄積し、詳細の検証を行うことで管理手法としての深度化を図り、これまでの定期的な設定替えからの転換を図りたい。本研究に際し、協力いただいた(株)カネコ、関西国際空港株式会社に対し、本紙面をお借りして謝辞を申し上げる。