

スラブ軌道におけるテルミット頭部補修溶接法の熱間矯正作業条件の検討

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○田村 裕太
 (公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 伊藤 太初
 (公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 山本 隆一

1. はじめに

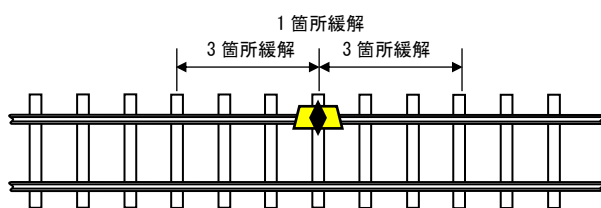
テルミット頭部補修溶接法は、レール頭部きずの簡便な補修方法であるが、冷却に伴う熱収縮により補修箇所には大きな落込みが発生する。そのため補修直後に専用の矯正機を用いた熱間矯正作業を実施することで、落込み防止を図っている¹⁾。当工法の適用範囲拡大のため、直結系軌道でも施工可能な矯正機が開発された²⁾が、スラブ軌道等の直結系軌道では、軌道構造の種類によって軌道支持力が異なるため、熱間矯正作業で必要とする矯正力が変化することが懸念される。本研究では、スラブ軌道上の矯正作業に必要な矯正力を得るために、冷間状態におけるレール曲げ上げ時の頭頂面応力を種々のレール緩長で測定した。ここでは、一連のレール曲げ上げ試験結果および試験結果から求めた、スラブ軌道における熱間矯正時の適切な締結緩長条件を報告する。

2. 試験条件

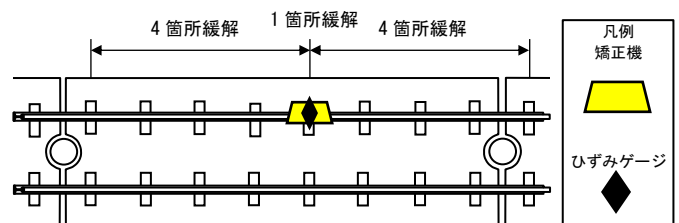
表1に試験条件、図1に試験の概略を示す。試験では、バラスト軌道及びスラブ軌道区間の25mレール中央近傍に、レール頭部きず補修工法用新型熱間矯正機²⁾を設置し、7～11箇所（左右6～10箇所、矯正機設置箇所直下1箇所）の締結装置を緩めた。応力測定は、3軸ロゼッタひずみゲージを補修部に相当する熱間矯正機設置箇所の長手方向中央に貼付し、最大荷重載荷時に測定したひずみから最大主応力を求めた。また、すべての条件において、応力の測定を各3回繰り返し、再現性も確認した。図2に熱間矯正機の詳細を示す。本試験で使用した熱間矯正機はレールあご下部と頭頂面を支点とした4点曲げでレールを曲げる機構となっている。また、熱間矯正機のあご下治具からレールに作用させた際の最大荷重は約618kNである。

表1 レール曲げ上げ試験条件

No.	軌道構造	締結装置緩長数(箇所)			緩長 (m)
		中央	左右	合計	
1	60kgレール バラスト軌道 3号PCまくらぎ5形 改良型締結装置	1	6	7	4.44
2		1	8	9	5.44
3		1	10	11	6.64
4	60kgレール スラブ軌道 直結8形締結装置	1	6	7	4.94
5		1	8	9	6.14
6		1	10	11	7.34



(a) バラスト軌道 (7箇所緩解)



(b) スラブ軌道 (9箇所緩解)

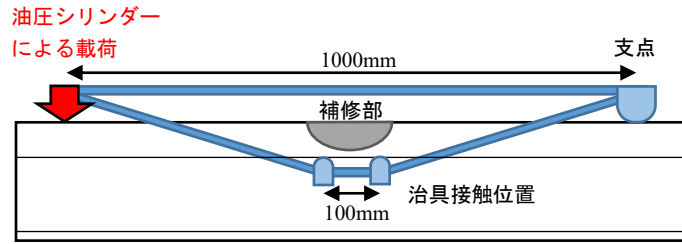
図1 レール曲げ上げ試験概略

キーワード レール頭部補修法, テルミット溶接, 熱間矯正, スラブ軌道

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7272



(a) 熱間矯正機外観



(b) 矯正時の荷重荷重状況

図2 熱間矯正機の詳細

3. 試験結果と考察

表2に試験結果を示す。現行の標準条件である7箇所での締結装置を緩解した場合のレール頭頂面の発生応力は、バラスト軌道で平均421MPaの最大主応力であった。一方、スラブ軌道では379MPaであり、軌道支持力が高いスラブ軌道はバラスト軌道よりも発生応力が減少、すなわち、レールが変形し難いことが判明した。また、スラブ軌道では緩解長が増加すると発生応力が増加傾向にあるのに対して、バラスト軌道では締結装置の緩解長が増加しても発生応力に大きな変化が見られなかった。これより、スラブ軌道において、バラスト軌道と同等の発生応力を得るためには、緩解長をさらに拡大する必要があると考える。

図3に試験で得られたスラブ軌道の最大主応力と緩解長の関係を示す。点線は標準条件である7箇所緩解したバラスト軌道での発生応力(421MPa)を示したものである。また、破線は各緩解長で測定したスラブ軌道での発生応力を基に線形で近似したものである。スラブ軌道では緩解長と発生応力が比例関係であるため、図中の点線と破線の交点である10m程度の締結装置を緩解することで、バラスト軌道と同等の矯正力を得ることが可能であると推定される。

なお、バラスト軌道において緩解長が増加しても発生応力の変化が見られなかった原因として、緩解範囲外のまくらぎがレールと共に扛上しているものと考えられる。そのため、レールが扛上した際の支点間距離が緩解量に関わらずほぼ一定であり、発生応力に変化が認められなかったものと考えられる。

4. まとめ

- (1) スラブ軌道ではバラスト軌道と同一の緩解長の場合、レール頭頂面の発生応力が減少すること、また、スラブ軌道の緩解延長を延ばすことで発生応力が増加することが判明した。
- (2) スラブ軌道において10m程度の締結装置を緩解することで、バラスト軌道における現行の標準条件と同等の矯正力を得ることが可能であると推定される。

参考文献

- 1) 伊藤太初, 他: テルミット頭部補修溶接法の熱間矯正作業における自動制御機構の開発, 土木学会第73回年次学術講演会講演概要集, VI-834, 2018
- 2) 伊藤太初, 他: レール頭部きず補修工法用新型熱間矯正機の開発, 鉄道総研報告, Vol. 35, No. 4, pp5, 2021

表2 レール曲げ上げ試験結果

軌道構造	緩解数	緩解長 (m)	最大主応力 3回平均 (MPa)
バラスト	7	4.44	421
	9	5.44	424
	11	6.66	429
スラブ	7	4.94	379
	9	6.14	386
	11	7.34	399

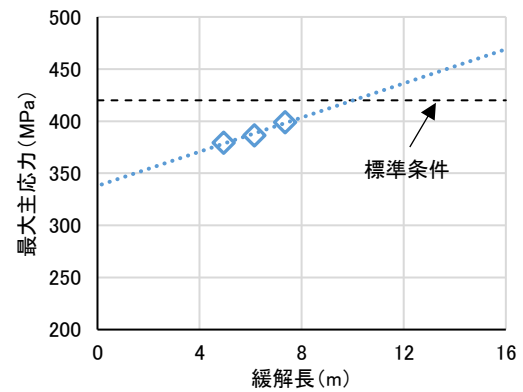


図3 スラブ軌道における最大主応力と緩解長の関係