

乗換え跨線橋等に用いた古レールの材料特性に関する検討

JR 東日本 建設工事事部 正会員 ○齋藤 聡 工藤 伸司

JR 東日本 設備部 正会員 土屋 尚登

首都大学東京大学院 正会員 長嶋 文雄

1. はじめに

JR 東日本では、これまで明治、大正期に製造・使用されたレール(以下、古レールという)を転用して造られた乗換え跨線橋の構造物が、現在も多く使用されている(写真-1 参照)。これが国外からの輸入材ともなれば、製造所毎の製造方法の違いや、各国毎の規格の流用等、技術基盤の違うものが多種多様に存在する。このことによる技術的な混乱に終止符が打たれるのは、1929年に日本標準規格でレールに関する国内基準ができてからであり、いわば古レールの半数以上は国内規格が存在しない輸入材である。

これら構造物の強度等の検討は、「跨線橋(特に古レールを使用する)の設計について」¹⁾等過去の文献に示されている設計強度、断面諸数値等を用いて行ってきた。しかしながら、大規模地震に対する耐震診断を行うに際しては、古レールの材料特性についての調査・研究事例²⁾が少なく、耐震性能を適切に評価することができなかった。そこで、撤去された構造物の古レールを用いて材料試験を行った。本検討結果について報告する。

2. 材料試験

2-1. 試験の目的および概要

古レールを用いた跨線橋の耐震性能を評価するにあたり、古レールの有する材料性能を考慮した設計を可能とする技術設計資料を得ることを目的とした材料試験を行った。なお、試験の古レールは田端駅ホーム上屋支柱、松本駅跨線橋部、雀宮構内保管レールを使用した(写真-2～写真-4 参照)。材料試験は、図-1に示す古レール部位を採取し、試験体(計7体)について引張試験(T1: レール頭部 1/4 部位, T2: レール柱中立軸部, T3: レール底部), 硬度測定(BHN: レール軸心頭表面から底部方向ブリネル硬度), 化学成分分析(QV: レール頭部中央), シャルピー試験(レール頭部と底部から採取, 温度水準4段階で試験), 断



写真-1 古レール造乗換え跨線橋例



写真-2 田端駅ホーム上屋支柱



写真-3 松本駅跨線橋部



写真-4 雀宮構内保管レール

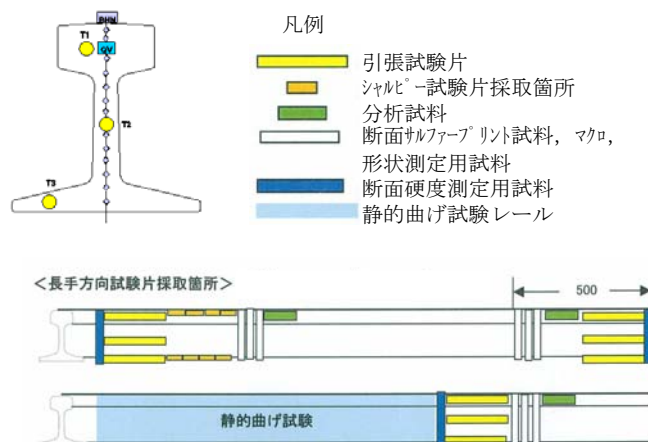


図-1 古レール材料試験採取位置

キーワード: 乗換え跨線橋 古レール 材料試験

連絡先: JR東日本 建設工事事部 構造技術センター 鋼構造 G 〒151-8578 東京都渋谷区代々木2-2-2 TEL.03-5334-1288 FAX.03-5334-1289

面形状確認，静的曲げ試験を行った。これらのうち，各レールの化学成分，降伏点強度，引張強さ，伸び，シャルピー衝撃値(レール頭部と底部の平均値)を表－１に示す。また，比較資料として JIS E 1101 に示されている値について同表に示す。

表－１ 古レールの化学的、機械的性質

No	レール種別	製作会社 (国名)	製造年	化学成分 試料数	引張試験 試料数	シャルピー 衝撃試験 試料数	採取場所	化学成分(%)：平均値					機械的性質：平均値				
								C	Si	Mn	P	S	降伏点 $\sigma_y(N/mm^2)$	引張強さ $\sigma_M(N/mm^2)$	降伏比 σ_y/σ_M	伸び (%)	シャルピー衝撃値(0℃) (J/cm ²)
1	30kgレール	BARROW(英)	1888	3	9	2	松本駅	0.30	0.10	0.81	0.046	0.093	316	583	0.54	32.0	29.3
-	-	BARROW(英) 文献2)	1886～ 1898	15	15	-	-	0.35	0.08	0.90	0.062	0.141	354	618	0.57	23.9	-
2	30kgレール	BSCO(英)	1922	3	9	2	雀宮構内	0.52	0.16	0.68	0.012	0.085	325	670	0.49	26.5	10.2
3	30kgレール	BV&CO(英)	1895	3	9	2	田端駅	0.28	0.02	0.66	0.066	0.072	293	518	0.57	31.9	33.3
-	-	BV&CO(英) 文献2)	1892～ 1904	24	24	-	-	0.36	0.03	0.98	0.092	0.085	372	627	0.59	23.1	-
4	37kgレール	八幡製鉄(日)	1925	3	9	2	雀宮構内	0.69	0.10	0.56	0.023	0.045	376	801	0.47	18.7	8.0
-	-	八幡製鉄(日) 文献2)	1907～ 1915	93	93	93	-	0.34	0.09	0.87	0.109	0.047	450	671	0.67	22.8	-
5	30kgレール	CAMMEL(英)	1888	3	9	2	松本駅	0.39	0.08	1.17	0.052	0.073	393	707	0.56	27.1	19.7
-	-	CAMMEL(英) 文献2)	1884～ 1909	36	36	-	-	0.45	0.08	1.22	0.069	0.130	407	734	0.55	20.3	-
6	30kgレール	CARNEGIE(米)	1910	3	9	2	松本駅	0.38	0.08	0.88	0.095	0.064	380	690	0.55	27.1	12.0
-	-	CARNEGIE(米) 文献2)	1906～ 1915	21	21	-	-	0.51	0.08	1.14	0.102	0.064	433	770	0.56	11.6	-
7	37kgレール	WENDEL(仏)	1926	3	9	2	松本駅	0.47	0.06	1.03	0.103	0.055	408	759	0.54	24.5	7.6
参 考	JIS 30kgレール	(日)	-	-	-	-	-	0.50～0.70	0.15～0.35	0.60～0.90	0.045以下	0.050以下	(360以上)	690以上	-	9以上	(10程度)
	JIS 37kgレール	(日)	-	-	-	-	-	0.55～0.70	0.15～0.35	0.60～0.90	0.045以下	0.050以下	(360以上)	690以上	-	9以上	(10程度)

注) () 数値は規格の値ではないが実際のものを示すものである。

2－2. 考察

英国バーロウ(BARROW)社製古レールの平均的な化学成分は，現行生レールの炭素量が 0.50～0.70%であるのに対して，0.3%と低い値を示した。したがって，現行の 30kgレールの強度が 690N/mm²以上を示しているのに対して，平均強度は，583 N/mm²と低い値になった。過去の試験データも同様の傾向を示している。米国ベスレーム(BSCO)社製古レールの平均的な化学成分は，炭素量 0.52%であり，現行生レール炭素含有量(平均 0.63%)よりも低炭素を示した。平均強度も，現行生レールよりも低い 670 N/mm²を示した。英国ボルコ・ボーン(BV&CO)社製古レールは，今回の試験結果で最も炭素含有量が低く，低強度を示した。過去の試験データは炭素量，強度ともに試験結果よりも少し高めの傾向を示している。官営八幡製鉄所製古レールの化学成分は，炭素量がほぼ現行生レール並みの 0.69%であるが，現行よりもMn含有量(現行平均 0.74%)が低く，S含有量(現行平均 0.028%)が高い傾向が見られた。過去の試験データは製造年が今回のデータよりも古いため，炭素含有量，強度ともに試験結果よりも少し低めの傾向を示している。英国キャンメル(CAMMEL)社製古レールは，比較的安定した 707 N/mm²の強度を示した。衝撃値も 19.7J/cm²と良好であった。過去の試験データも同様の傾向を示している。米国カーネギー(CARNEGIE)社製古レールは，キャンメル社製古レールよりも衝撃特性が劣る傾向が見られた。過去の試験データは炭素含有量，強度ともに試験結果よりも少し高めの傾向を示している。(仏)ウェンデル(WENDEL)社製古レールは，松本駅で採取された試験体の中で，製造年が最も新しいことから，炭素量が多く，高強度を示した。その結果，衝撃値は低い傾向を示した(表－１参照)。なお，試験に用いた古レールの引張強さは，文献1)の基準値 650 N/mm²よりも低強度のものがあるが，その場合，シャルピー衝撃値が優れていることがわかった。

3. まとめ

本検討結果より，断面の小さい古レール(30，37kg レール)は，比較的炭素量も少なく，その機械的諸性質も鉄骨材として使用した場合，強度的には，現行の JIS 規格値に劣る場合もあるが，シャルピー衝撃値(靱性)が優れていることがわかった。また，古レール(30，37kg レール)は，炭素量が少ないことから，材質が軟らかく，容易に曲げることができ，その加工のしやすさと断面の大きさの割には強度があることもわかった。

4. 今後の課題

古レールを構造部材として使用する場合，ボルトあるいは溶接による接合が必要となる。特に最も注意を必要とする加工は溶接である。レールは一般に溶接性が良いとはいえず，レール本体が荷重に耐える強度を持っているとしても，溶接部分が破断すれば構造上の弱点となる。今後は古レール(30，37kg レール)の成分について，ミクロ組織，溶接化学成分に着目し，検討していく予定である。

【参考文献】
1) 西村：第 5 回停車技術講演会記録，日本国有鉄道施設局，跨線橋（特に古レールを使用する）の設計について，1954. 3
2) 塚本：鐵と鋼 第 7 年第 8 号，毀損軌条試験成績，1921. 8