

札幌市市営路面電車における急曲線ガードレール(R20)の曲げ加工戻り度

札幌工業株式会社 正会員 石田 博之

札幌市市営路面電車は、利便性、回遊性の向上のため、ループ(環状)化工事を実施した。

この工事では、従来使用してきた37Kレールから50Nレールへの重軌条化を行った。曲線半径が20mという急曲線において50Nレールを使用することは、初めての試みであり、特に50Nレールの底部を切断してガードレールとして組み合わせることは過去に例を見ない軌道工事となった。

本稿では、この急曲線におけるガードレールの曲げ加工の創意工夫について発表する。

1. 札幌市電におけるガードレールの概要

(1)ガードレール設置の目的

- a. 曲線区間における列車の脱線防止
- b. フランジウェイ部の凍結(舗装凍上)による乗り上げ脱線の防止

なお、札幌市電は、冬期間の気象条件を考慮し、直線部を含め、全線にガードレールを設置している。

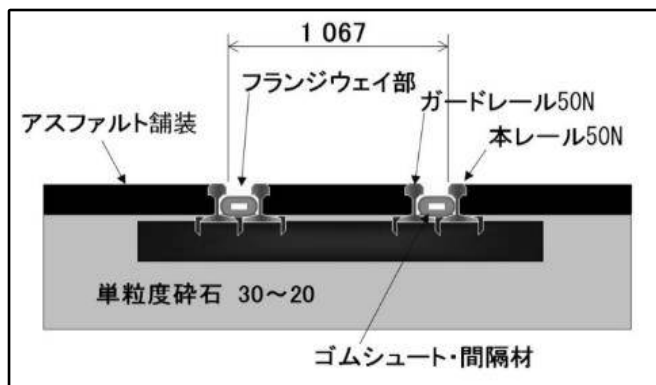


図-1 札幌市電の軌道構造

(2)本レールとガードレール間の構造

本レールとガードレール間の断面形状を図-1、その拡大図を図-2に示す。

本レールとガードレールの間には、1~2mおきに設置される間隔保持材(鋳物製 L=80mm)とボルト(M20)により一体化すると共に、ゴムシュートを設置し、フランジウェイ部の凍結による乗り上げ脱線を防止する構造となっている(図-2)。

これは車輪フランジがレール間で凍結した氷を踏む際、ゴムと空洞のはたらきにより氷を割ることで脱線を防止する仕組みである。

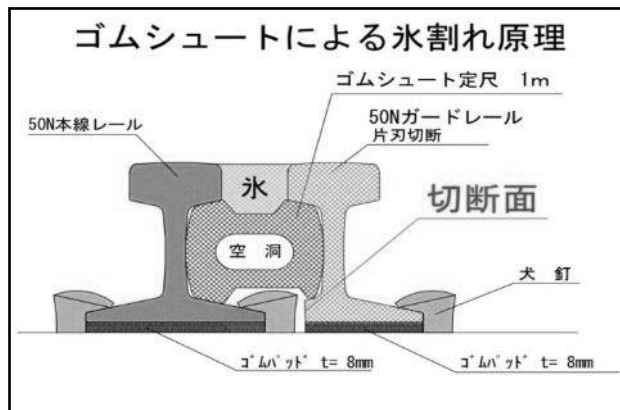


図-2 ゴムシュート個所断面

2. 急曲線におけるガードレールの曲げ加工

両レールを敷設する際は、ガードレール底部が本レール及び犬釘と干渉するので、ガードレール底部の片側を切断する必要があった。このことにより発生した諸問題を、創意工夫した。

レールの曲げ加工は、工場の定置式ロールベンダーを使用し安定した力を徐々に加える作業工程により、縦反りや破断を抑止し、湾曲精度を上げた。(写真-1)

当初試験的に、レール底部の片側をガス切断した後曲げ加工を行った結果、レール湾曲半径が R=60m になった時点でレールが破断し折損した。したがって、曲げ加工後に切断加工することとした。



写真-1 工場ベンダー加工

キーワード 急曲線軌道、50Nレール加工、レール片刃切断、ロールベンダー、戻り度、R=20m、
連絡先〒060-0807 札幌市北区北7条西6丁目 札幌工業株式会社 石田博之 090-3392-2336(F) 0118841805

3. 試験施工

(1)試験施工の目的

レールを曲げ加工した後、底部を片刃切断すると、レールの湾曲が戻されることが想定された。そのため、曲げ加工の際は過曲げを実施することとしたが、過曲げの度合いを判断するために試験施工を実施した。

(2)試験施工の手順

- a. 試験レールの曲げ加工
- b. 曲げ加工後、実測
- c. レール底部のガス切断
- d. 切断後、実測
 - ・ 測定弦長 $L=4m$
 - ・ 正矢測定平均を V とする
- e. 戻り度係数 K の算出
 - ・ $K=V'/V$

フランジ切断 戻り度表 (測定弦長 4m)						
試験片番号	使用位置	曲げ後正矢(V)実測(mm)	V→R換算(m)	切断後正矢(V')実測(mm)	V'→R'換算(m)	戻り度(k)係数
1	外ガード	200	10.0	160	12.5	0.80
2	"	126	15.9	92	21.8	0.73
3	"	77	26.0	55	36.2	0.71
4	"	52	38.5	38	52.0	0.73
5	"	41	48.8	30	66.5	0.73
6	内ガード	87	23.0	90	22.2	1.03
7	"	45	44.4	44	45.8	0.98
8	"	30	66.7	31	64.2	1.02

外ガードレール

戻り度0.71~0.80

内ガードレール

戻り度0.98~1.03

図-3 戻り度表

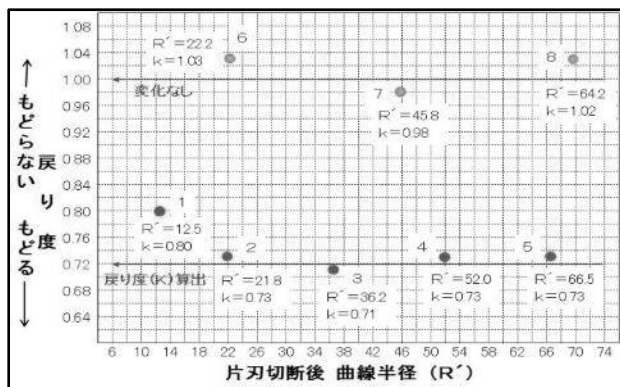


図-4 各戻り度合(k)より、戻り度係数(K)を算出グラフ

(3)試験施工結果

試験施工の測定結果(図-3)をグラフ上にプロットし戻り度係数 K を算出した。(図-4)

外側のガードレールは $K_o=0.72$ 、内側のガードレールは $K_i=1.00$ であった。

外側ガードレールと内側ガードレールでは、戻り度係数が異なり、ガス切断後のレール変形の傾向におおきな相違がみられた。(図-5)

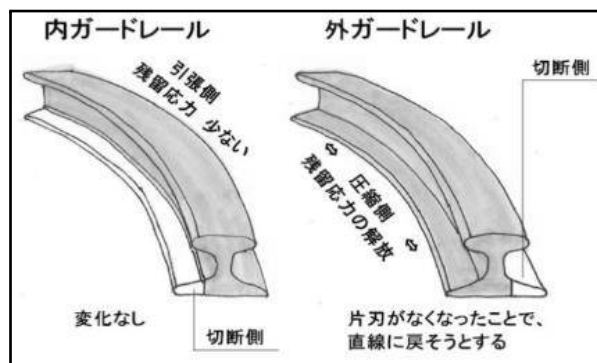


図-5 戻り度の違いのイメージ

4. 成果

試験施工結果をもとに片刃切断の曲線ガードレールを製作した。

計画曲線半径 $R=20.45m$ の外側ガードレールを製作するには、

$$R' = R \times K_o = 20.45 \times 0.72 = 14.72$$

より、曲線半径 $R'=14.72m$ で曲げ加工後、レール底部のガス切断を行った。切断後、計画通りの正矢を確認し、 $R=20.45m$ の片刃切断曲線ガードレールを製作することができた(図-6)

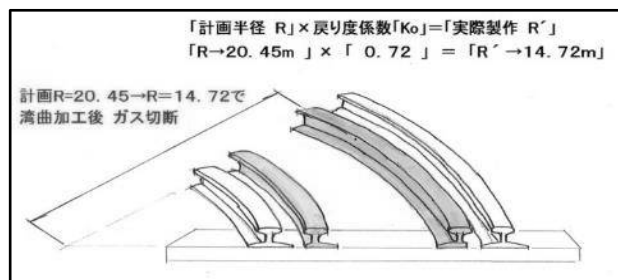


図-6 ガードレール作成例

氷塊が原因となる脱線を防止するため、本レールとガードレールの間にゴムシュートを組み込むという札幌市電ならではの軌道構造において、重軌条化により 50N レールを使用する急曲線片刃切断ガードレールの加工方法が課題となった。試験施工により係数を算出し工場加工を行ったことで、要求されたガードレールを限られた施工時間の中で、迅速に設置することができた。(写真-2)



写真-2 ガードレール現場設置状況