東北新幹線北上駅構内における冬期の分岐器不転換対策

東日本旅客鉄道株式会社　正会員　○奥山　紘平
東日本旅客鉄道株式会社　正会員　明圓　桂一
仙建工業株式会社　細田　強

1.　はじめに

東北新幹線は東北地方の積雪地帯を貫くことから，冬期は雪害に悩まされている．雪害の主なものの一つとしては分岐器の不転換が挙げられ，これまでにさまざまな対策が講じられてきたが，2012 年の冬期に，北上駅構内 54 号ロ分岐器において不転換が連続して発生した．そこで，詳細な調査を実施したところ，ノーズ可動クロッシングの前端側に積もった雪が列車風で飛ばされ，クロッシングの転換部に介在したことが原因と推定された．クロッシング手前からの「持ち込み雪」が原因であることから，この部分に積もった雪を融かすため，スラブ軌道上にマットヒーターを敷設し，この対策とすることを考えた．本稿では，冬期における分岐器不転換対策として実施した取り組みについて報告する．

2.　マットヒーターについて

分岐器不転換対策のひとつとして考えられたマットヒーターであるが，これはゴム製のマットの内部に電熱線を有しており，電流を流すことによって発熱し，融雪機能を発揮するものである．これをスラブ軌道上に取り付けた場合，新幹線車両から落下した氷塊が取付部材に衝撃することが考えられる．そこで，320km/h の高速列車が走行する新幹線線路内でのマットヒーターの飛散・破損等を防ぎ，新幹線の安全を確保するため，マットヒーターの強度確認試験を実施した．

3.　強度試験

3.1　落錘衝撃試験

3.1.1　試験概要

強度確認のひとつとして，スラブ板を想定した鋼製治具にマットヒーター固定用ゴムを取り付け，落錘衝撃試験装置によりフロントロッドを湾曲させる相当の衝撃力を与えることで，衝撃強度確認試験を実施した．試験装置を図-1 に示す．試験では，高さ 3m の位置から重さ 90 kgの錘を落下させることにより衝撃力を与えた．試験用部材は，形状や固定方法の違いにより CASE1～CASE4 の 4 種類を用意し（図-2），それぞれに対して 5 回の落錘衝撃試験を実施した．試験での落錘位置は，試験部材に落雪（氷塊）が衝突する位置とし，各取付ボルト（図-2 中 B1～B6）にはひずみゲージを貼り付け，衝撃時にボルトにかかる応力を測定した．

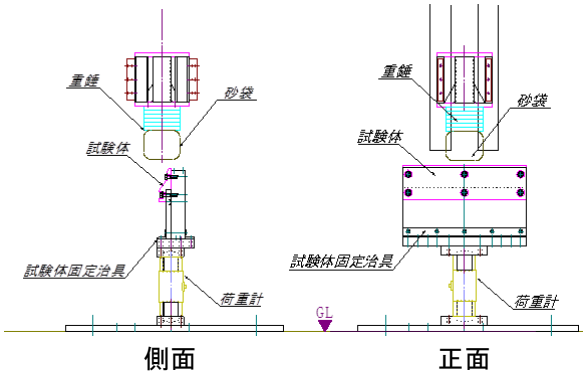


図-1　試験装置概要

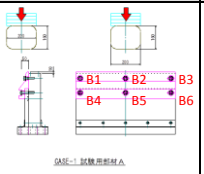
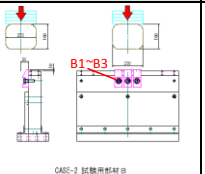
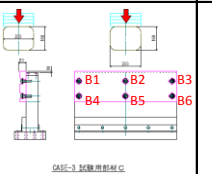
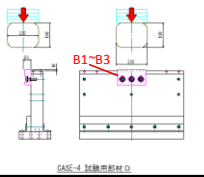
パターン	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4
概要図				
解説	衝突面を想定し、ボルト頭部衝突側に傾斜を付けた形状とし、ボルト6本で一体固定するゴム製部材。	衝突面を想定し、ボルト頭部衝突側に傾斜を付けた形状とし、ボルト1本ずつで固定するゴム製部材。衝撃試験では、均等に力がかからないことから、部材3本を横に並べた状態で実施。	傾斜を設けない形状とし、ボルト6本で一体固定するゴム製部材。衝撃試験では、傾斜形状の優位性を確認する。	傾斜を設けない形状とし、鋼製部材とした。衝撃試験では、ゴム材による緩衝作用を確認する。

図-2　試験用部材の種類

キーワード　新幹線，雪害，分岐器不転換，マットヒーター
連絡先　〒024-0061　岩手県北上市大通り 1-1-2
東日本旅客鉄道株式会社盛岡支社　北上新幹線保線技術センター　TEL　0197-64-4237

3.1.2 試験結果

取付ボルトのひずみ測定結果から，ボルトに発生した最大縁応力度を算出し，マットヒーター敷設時のボルト設置寸法からスラブ板面に発生する最大縁応力度を換算・推定した．このとき，ボルトに発生した最大縁応力度を**表-1** に示す．ここで，ボルトのヤング係数は205,000(N/mm^2)とした．なお，CASE1,3 はボルト 6 本で一体固定のため個別のボルトで評価し，CASE2,4 はボルト 1 本ずつで固定のため，B1～B3 のボルト 3 本の合計値で評価する．

これより，取付ボルトに発生する最大縁応力度が最小だったものは CASE1 で，長期・短期ともに許容応力度を超過するボルトは無かった．衝撃直下のボルト B2 にかかる負担が大きいものの，ボルトの最大縁応力度は設計上問題のないレベルであり，ゴムの緩衝効果・傾斜形状の効果が表れたものと考えられる．

表-1 取付ボルトに発生する最大縁応力度

CASE1（試験用部材A）

CASE 1	B1	B2	B3	B4	B5	B6
CASE 1-1	1.1	108.0	1.7	2.4	1.4	2.7
CASE 1-2	0.8	106.3	2.5	3.4	1.4	2.2
CASE 1-3	1.1	92.9	1.9	3.1	6.3	2.2
CASE 1-4	0.6	88.9	2.5	2.7	6.0	1.4
CASE 1-5	1.1	92.7	2.5	2.7	8.0	2.7

CASE2（試験用部材B）

CASE 2	B1	B2	B3	合計
CASE 2-1	63.5	53.5	55.3	**172.2**
CASE 2-2	65.6	56.5	58.3	**180.4**
CASE 2-3	60.8	53.8	53.2	**167.7**
CASE 2-4	71.7	65.9	63.5	**201.1**
CASE 2-5	72.6	63.8	69.3	**205.7**

CASE3（試験用部材C）

CASE 3	B1	B2	B3	B4	B5	B6
CASE 3-1	19.7	**185.6**	14.0	21.3	93.3	20.7
CASE 3-2	21.9	**174.4**	15.8	20.4	96.3	21.9
CASE 3-3	17.6	**206.9**	14.3	24.9	93.6	20.0
CASE 3-4	18.8	**184.7**	14.0	26.7	104.5	21.9
CASE 3-5	16.4	148.5	13.7	25.5	91.4	20.0

CASE4（試験用部材D）

CASE 4	B1	B2	B3	合計
CASE 4-1	26.4	494.8(*)	135.5	656.8(*)
CASE 4-2	53.8	**156.1**	362.4(*)	572.3(*)
CASE 4-3	355.7(*)	91.1	97.2	544.1(*)
CASE 4-4	284.6(*)	439.9(*)	**152.8**	877.3(*)
CASE 4-5	407.4(*)	116.3	**188.3**	712.0(*)

※**太字**は長期許容応力度を超過したもの
(*)は短期許容応力度を超過したもの

3.2 氷塊衝撃試験

3.2.1 試験概要

落錘衝撃試験の他，氷塊を空気砲により高速で射出して取付部材・マットヒーターに衝撃させる氷塊衝撃試験によっても強度の確認を行った．氷塊衝撃試験の様子を**図-3** に示す．

図-3 氷塊衝撃試験風景

3.2.2 試験結果

マットヒーターおよび固定ゴムに氷塊を 384～392km/h の速度で発射し，衝撃後の状態を確認した．**図-4** に氷塊衝撃後のマットヒーターの状態を示す．いずれも固定位置からのズレ・破損等は確認できなかったため，新幹線の本線線路内に敷設しても問題ないものと考えられた．

図-4 氷塊衝撃後の状態

4. マットヒーター敷設の効果

以上の試験結果を受け，CASE1 の部材を用いて，2013 年 11 月 27,28 日の 2 日間にわたり，北上駅構内 54 号ロ分岐器にマットヒーターを敷設した．**図-5** に現地敷設後のマットヒーターを示す．その結果，同分岐器の冬期間における不転換発生回数は，2012 年度が 8 回に対して，2013 年度は発生なしとなった．気象庁のデータ[(1)]によると，12 月 1 日～翌年 2 月 21 日の間の北上地区の総降雪量は，2012 年度が 372cm であったのに対し，2013 年度は 370cm であり，分岐器不転換が連続して発生した 2012 年度とほぼ同程度の降雪があったことがわかる．このことから，マットヒーターによりクロッシングの前端部に積もった雪が融かされたことで「持ち込み雪」が減少し，分岐器不転換のリスクが低下したものと考えられ，マットヒーターの敷設は雪害対策として高い効果を有していることがわかった．

図-5 マットヒーター全景

5. おわりに

分岐器不転換対策のひとつとして考えられたマットヒーターであるが，各種強度確認試験を実施し，新幹線の安全上問題のない固定方法を検討し，新幹線の本線への敷設に至った．また，マットヒーターの敷設により，クロッシングの前端部からの「持ち込み雪」が減少し，分岐器不転換のリスクを低下できることがわかった．分岐器不転換を根絶し，新幹線の安全・安定輸送を確保するため，引き続きの検証と来冬への準備を進めていく．

なお，強度試験に際して，JFE テクノリサーチ株式会社，(公財) 鉄道総合技術研究所に多大なるご協力をいただきました．この場を借りて御礼を申し上げます．

参考文献 (1)気象庁ホームページ： http://www.jma.go.jp/