

合成マクラギ上のねじくぎ穴補修後のねじくぎ引抜強さ試験

東日本旅客鉄道（株）正会員○塚田 幸佑 東日本旅客鉄道（株）正会員 吉川 康高
 東日本旅客鉄道（株）正会員 小川 正彦 東日本旅客鉄道（株）正会員 石田 将貴

1. はじめに

合成マクラギ直結軌道において、線路移動（線路直角方向への移動）を計画することになった（図1）。合成マクラギ直結軌道は、路盤コンクリートにマクラギが固定されており、マクラギを移動させることによる線路移動は困難である。そこで、合成マクラギ上でタイププレート（レールとマクラギの間に設置する鉄板）を移動させることによる線路移動を計画した。タイププレートとマクラギは、2本のねじくぎ（図2）で固定されており、移動量の小さい箇所では、移動前のねじくぎ穴（以下、旧穴）と移動後のねじくぎ穴（以下、新穴）が重なる箇所がある（図3）。旧穴は、ポリエステル樹脂（以下、樹脂）で埋める計画である。JIS E 1203:2007 では、合成マクラギのねじくぎ引抜強さを 30kN 以上と定めており、樹脂で埋めた旧穴と重なる位置に新穴をあけ、ねじくぎを設置した際のねじくぎ引抜強さが 30kN 以上となるか、確認する必要がある。

そこで本稿では、新穴と旧穴の中心間隔を変化させてねじくぎ引抜強さ試験を実施したので、その結果を報告する。

2. 試験概要

試験フローを図4に示す。線路移動を施工する際に降雨があることを想定し、旧穴を満水にした後で樹脂を充てんした。樹脂は 10~30℃で使用可能な製品を使用し、比重は 25℃で 1.1~1.3 である。樹脂を充てんしてから 10 分以上経過した後、新穴をφ18mmで削孔した。

試験は、新穴と旧穴の中心間隔が 0mm（新穴と旧穴が同一位置）、3mm、5mm、10mm、15mm、20mm、35mm（新穴と旧穴が離れた位置）の7ケースで実施した。各ケースで3体ずつ試験を実施した。

また、乾燥した旧穴に樹脂を充てんした場合と、旧穴を満水にした後で樹脂を充てんした場合の充てん状態を確認するため、両者の樹脂充てん試験も合わせて実施した。

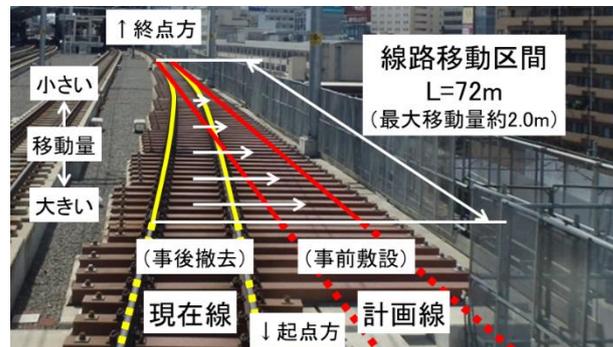


図1 線路移動概要

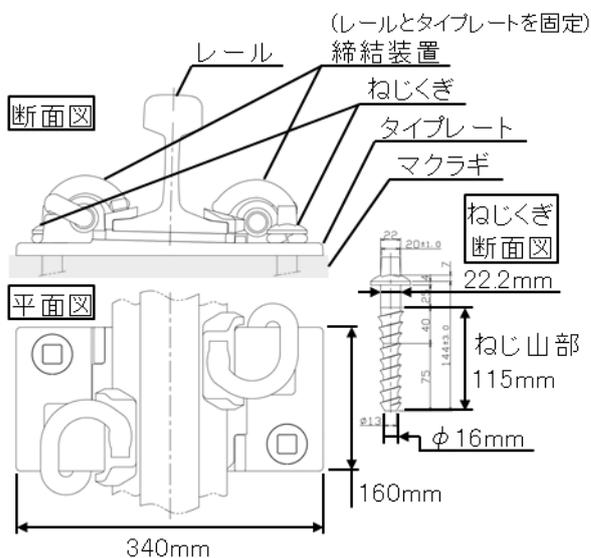


図2 レール・締結装置・タイププレート組立図

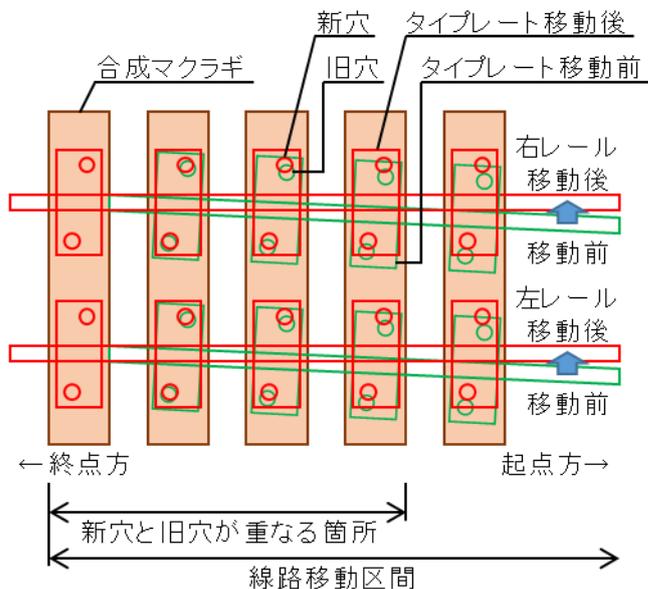


図3 新旧ねじくぎ穴重ね図

3. 試験結果

試験結果を表1に示す。試験は工場内（室内）で実施し、室温は25℃であった。今回の試験では、全てのケースにおいてJIS E 1203:2007に定める合成マクラギのねじくぎ引抜強さ30kN以上となった。なお、合成マクラギメーカーA社が2018年9月～2021年3月に製造した合成マクラギに対して実施したねじくぎ引抜強さ試験の結果は、平均で49.9kN（全30本、標準偏差5.12）であったが、今回の試験では全てのケースにおいてそれと同等程度のねじくぎ引抜強さとなった。参考までに、新穴と旧穴の中心間隔が0mmで、乾燥した旧穴に樹脂を充てんした場合の試験を2体実施したので、その結果を表1に示す。

新穴と旧穴の中心間隔が10mmのケースの、最大ねじくぎ引抜強さ計測直後の断面を図5に、鉛直変位が30mmになるまで引抜きを続けた場合の断面を図6に、それぞれ示す。充てんされた樹脂は健全な状態であることが分かり、このことから樹脂は合成マクラギ母材と同等程度のねじくぎ引抜強さを発揮したものと推定される。

乾燥した旧穴に樹脂を充てんした場合の断面を図7に、旧穴を満水にした後で樹脂を充てんした場合の断面を図8に、それぞれ示す。後者には空隙が見られた。また、充てん開始から10分間の樹脂の表面温度を測定したところ、前者は最高で100℃を超えたが、後者は最高で60℃程度であった。後者は、水より比重の大きい樹脂を充てんすることにより、ほとんどの水が旧穴から押し出されるものの、一部の水は樹脂内にとどまり、それが気化して空隙を生じさせ、その気化熱で表面温度が上がらなかったと推定される。

4. まとめ

本稿では、新穴と旧穴の中心間隔を変化させた7ケースでねじくぎ引抜強さ試験を実施した。その全てにおいてJIS E 1203:2007に定める合成マクラギのねじくぎ引抜強さ30kN以上となることを確認した。

今回、旧穴を満水にした後で樹脂を充てんしても、ねじくぎ引抜強さは30kN以上となったが、樹脂内に空隙が生じることが分かった。空隙は、温度・湿度等の条件によってはより大きくなり、ねじくぎ引抜強さに影響する可能性もあるため、樹脂を充てんする際は水を取り除くことが望ましいと言える。

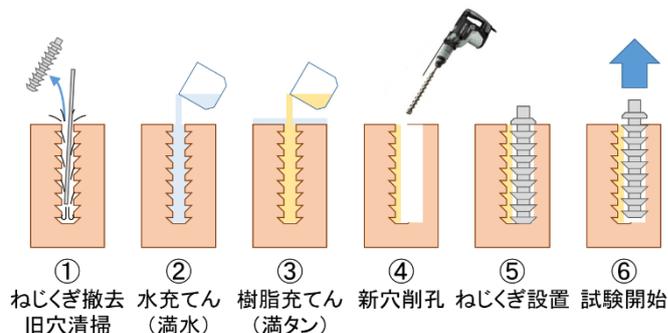


図4 試験フロー

表1 試験結果

中心間隔	試験体	試験値 (kN)	平均値 (kN)	中心間隔	試験体	試験値 (kN)	平均値 (kN)
0mm	1体目	48.70	50.12	15mm	1体目	47.48	51.95
	2体目	51.09			2体目	52.11	
	3体目	50.58			3体目	56.26	
3mm	1体目	54.25	54.17	20mm	1体目	55.15	54.03
	2体目	50.82			2体目	56.50	
	3体目	57.43			3体目	50.45	
5mm	1体目	58.85	56.27	35mm	1体目	57.84	56.38
	2体目	54.76			2体目	60.34	
	3体目	55.20			3体目	50.97	
10mm	1体目	55.16	53.63	(参考)	1体目	51.06	49.10
	2体目	52.80		乾燥	2体目	47.14	
	3体目	52.94		0mm			



図5 最大ねじくぎ引抜強さ計測直後断面



図6 鉛直変位30mm後断面



図7 旧穴乾燥時樹脂充てん断面

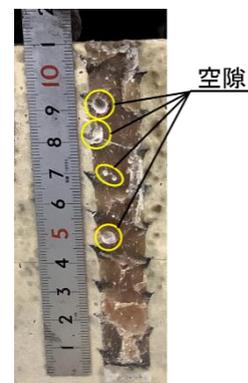


図8 旧穴満水時樹脂充てん断面