

跨座型モノレール PC 軌道桁用新型支承の開発 (その2)

日本鑄造株式会社 正会員 ○山崎 信宏 原田 孝志
オリエンタル白石株式会社 正会員 佐藤 祐輔

1. はじめに

現在、跨座型モノレールPC軌道桁用の支承として多く用いられている鋼製支承(ラーゲル)において、L2地震相当の反力を用いて設計を行った場合、ラーゲル形状の肥大化に伴う重量増加等が懸念されることから、筆者らは、新型支承の開発を行っている。

本支承に求められる機能は、鉛直支持機能、回転追従機能、水平移動機能、転倒防止機能、水平力伝達機能、調整機能等であり、現場施工に対する調整機能の確認試験については、前報(その1)で述べた。本報では、常時機能を確認するために実施した性能試験について報告する。

2. 常時機能に対する性能確認試験

図1に示す実物大の新型支承を用い、常時機能に対する性能確認試験として、鉛直載荷試験、回転追従試験、水平移動試験を実施した。試験概略図を図2に試験状況を図3に示す。なお、ベースプレート以下のダボ部、アンカーフレーム部は、コンクリートに充填されている。



図1 新型支承試験体

図2、図3に示すように、試験ごとに、載荷治具やシリンダをセットした状態で、アンカーボルトに所定の軸力を導入した。導入する軸力は、施工性から手締め相当と考え、

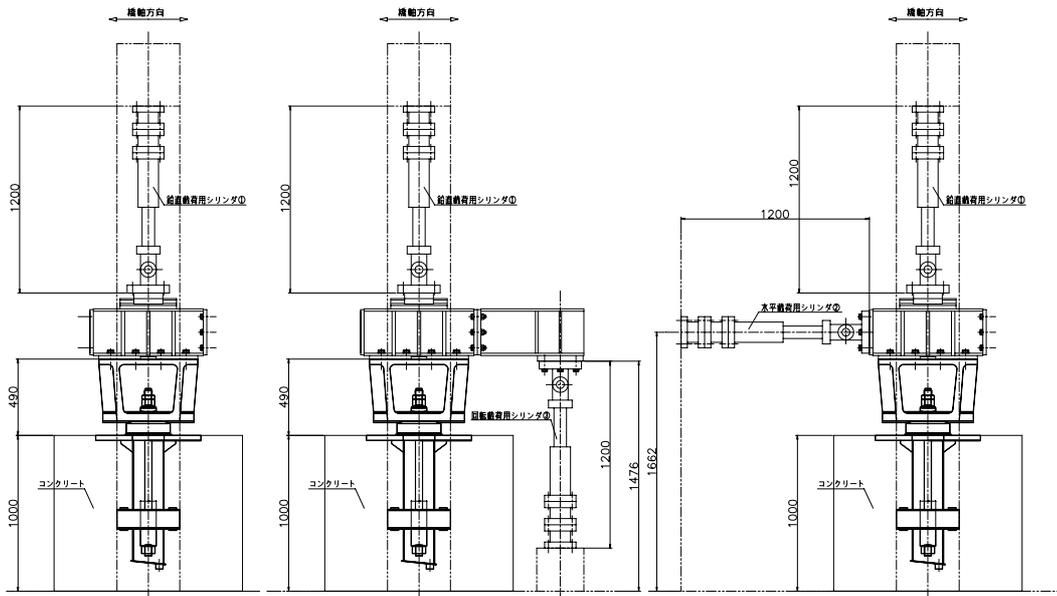
1本当たり35kN程度とした。軸力の導入にあたっては、アンカーボルトにひずみゲージを貼付し、ひずみにより管理した。なお、フックの法則より、導入軸力35kNに対するひずみを算出すると105μ程度となる。

2.1 鉛直載荷試験

鉛直載荷試験は、表1に示す試設計の荷重組合せから、常時における鉛直最大荷重である693kNの1.5倍相当、1039.5kNまでの載荷を3回行った。アンカーボルトへの軸力導入は、鉛直荷重の載荷に伴うひずみの減少程度を確認するため、最も不利な条件として、鉛直無載荷時に行った。

試験により得た鉛直荷重と鉛直変位との関係を図4に示す。その結果、鉛直たわみは、最大1.0mm程度であった。また、死荷重状態である241kNから死荷重に活荷重を加えた状態(593kN)までの実使用範囲における鉛直たわみは0.3mm程度であり、乗り心地に影響を与える値ではないと考える(試験では、上柵上部に設置した載荷治具の底面にて変位を計測しており、馴染み等が含まれている)。

図5に鉛直荷重とアンカーボルトひずみとの関係を示す。荷重の載荷に伴い、ひずみの減少傾向が見られ、最大荷重到達時において、導入軸力はほぼ0となった。実使用範囲(死荷重から死荷重+活荷重)におけるアンカーボルトのひずみは、左右で多少の差異が見られるものの、25μ程度の振幅と微小であり、影響を与える値ではない。



(a) 鉛直試験時

(b) 回転試験時

(c) 水平試験時

図2 試験概略図



(a) 鉛直試験時



(b) 回転試験時



(c) 水平試験時

図3 試験状況

キーワード：跨座型モノレール, PC軌道桁, ラーゲル, 新型支承, 経済性, 施工性

連絡先：〒210-9567 神奈川県川崎市川崎区白石町2-1 日本鑄造(株) TEL: 044-355-5033 FAX: 044-333-4575

表1 試設計条件

ケース	組合せ		Rv1	Rv2	RHY	RHX	ΣN	ΣMT
			kN	kN	kN	kN	kN	kN・m
ケース1	死+活+衝 +横+遠	内上	149	544	12	0	693	217
		外上	213	480	-25	0	693	146
ケース2	死+活+衝 +横+遠+風	内上	1	692	76	0	693	380
		外上	314	288	-77	0	603	-14
ケース3	死+活	内上	236	357	29	0	593	66
		外上	236	357	29	0	593	66
ケース4	死+活+風	内上	88	505	93	0	593	229
		外上	384	209	-35	0	593	-96
ケース5	死+風	内上	59	182	73	0	241	68
		外上	155	86	-15	0	241	-38
ケース6	死+活+衝 +制動	内上	273	420	29	95	693	81
		外上	273	420	29	-95	693	81
ケース7	死+活(平) +地震	内上	-526	1071	450	725	736	773
		外上	1153	-608	-319	-725	736	-863

なお、常時の 1.5 倍相当の鉛直荷重を載荷した状態において、目視確認による異常は見られなかった。

2.2 回転追随試験

回転追随試験は、鉛直荷重 693kN を載荷した状態で、最大回転角±1/300rad となるまでの加振を 2 回行った。アンカーボルトへの導入軸力は、回転の追随性を確認するため、最も不利な条件として、常時荷重の最大載荷時とした。

試験により得た回転モーメントと回転角との関係を図 6 に示す。試験では、最大回転角±1/300rad までスムーズに回転することを確認した。また、その際の回転モーメントは、治具の摩擦を含んでも最大 30kN・m 程度であった。

図 7 に回転モーメントとアンカーボルトひずみとの関係を示す。試験体の回転に伴い、ひずみの増減が見られるものの、正負振幅の最大値は 30μ 程度と微少であった。

なお、試験後の目視確認にて異常は見られなかった。

2.3 水平移動試験

水平移動試験は、常時状態における最大荷重 693kN を載荷した状態で、水平変位±5mm の加振を 2 回行った。水平変位±5mm は、PC 桁の温度伸縮長および PC 桁のクリープ、乾燥伸縮を考慮して算出される値を、両端の半固定支承にて負担すると考え、等分した値より決定している。アンカーボルトへの軸力導入は、水平移動時の追随性を確認するため、最も不利な条件として、常時荷重の最大載荷時とした。

試験により得た水平荷重と水平変位との関係を図 8 に示す。試験では、支障なく水平変位±5mm の移動が行えることを確認し、その際の摩擦係数は、静摩擦係数で 0.13 程度、動摩擦係数は 0.09 程度であった。なお、図 8 には、上沓変位に併記して、水平方向のジャッキ載荷位置にて計測した結果も示している。除荷剛性に見られる緩やかな勾配は、載荷ジャッキ位置の関係で上沓が回転した影響と考える。すなわち、水平移動が生じる前に、回転が生じていることを示しており、これは、最大変位時に回転の生じる場合を想定した試験にも等しい(本試験の場合には、1/200rad 程度の回転を生じていた)。

図 9 に水平荷重とアンカーボルトひずみとの関係を示す。上沓が 5mm 移動した場合、アンカーボルトの伸張に伴う設計上の発生ひずみは 22μ となるが、試験結果において、正負振幅の最大値は 90μ 程度となった。これは、前記の通り、上沓の回転による影響が含まれたためと考える。ここで、ひずみ 90μ を応力に換算すると 18.9N/mm² となる。鋼道路橋の疲労設計指針において、転造ねじの疲労等級 K4 にお

る変動振幅応力の打ち切り限界は 21N/mm² であるため、水平変位±5mm に 1/200rad 程度の回転を加えても、アンカーボルトひずみは、打ち切り限界以下の値と言える。

なお、試験後の目視確認にて、異常は見られなかった。

3. まとめ

本試験により得た結果を以下に示す。

- ・常時機能である鉛直支持機能、回転追従機能、水平移動機能に支障のないことを確認した。
- ・水平移動時において、アンカーボルトが傾動した場合、アンカーボルトに作用するひずみは、回転を考慮しても疲労等級 K4 の打ち切り限界以下であることを確認した。

謝辞

新型支承の開発にあたり、ご協力いただきました(社)モノレール協会、(株)日立製作所、(株)日立プラントテクノロジーおよび関係者の皆様に、この場をお借りして謝意を表します。

参考文献

- 1) 秋山清志ほか：モノレール軌道けた用半固定ゴム支承の開発、オリエンタル建設(株)ORIKEN 技報第 6 号, pp.16-21, 1997.11
- 2) (社)日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針, 丸善, p.21, 2002.3
- 3) 石山, 原田, 佐藤：跨座型モノレール PC 軌道桁用新型支承の開発(その 1), 土木学会第 67 回年次学術講演会, 2012.9

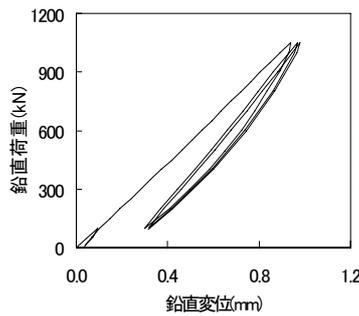


図 4 鉛直荷重と鉛直変位

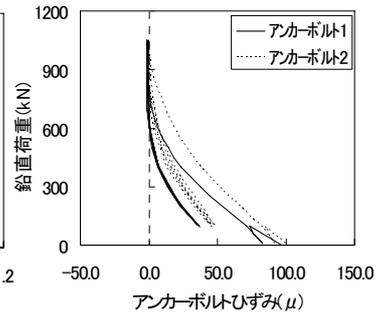


図 5 鉛直荷重とアンカーひずみ

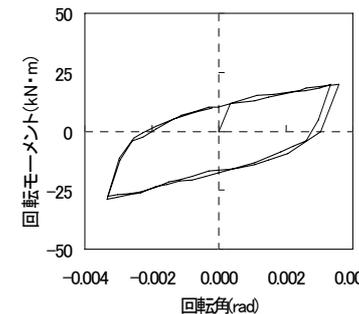


図 6 回転モーメントと回転角

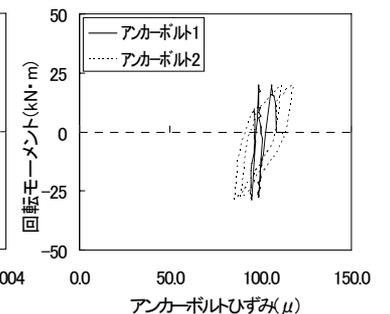


図 7 回転モーメントとアンカーひずみ

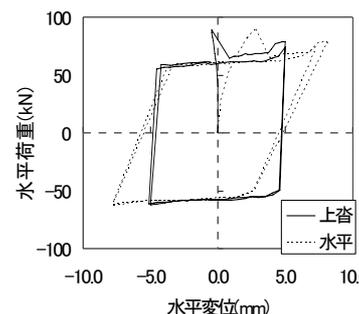


図 8 水平荷重と水平変位

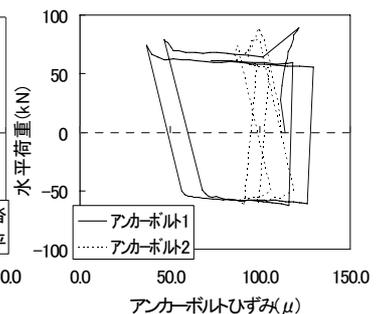


図 9 水平荷重とアンカーひずみ