

高軸力下における鋼とコンクリートの摩擦に関する実験的研究

東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 正会員 ○井上 佳樹

東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 正会員 吉田 一

東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 正会員 田辺 詩織

1. はじめに

近年, 中央径間を軽量の鋼桁, 側径間を重量のあるPC桁とした混合橋が採用されるケースがある. 接合部に鋼殻を用いず, せん断力の伝達を鋼とコンクリートの摩擦力に期待した接合形式にすることで接合部構造の簡略化および施工性の向上が期待できる. しかし, 高軸力下における鋼とコンクリートの摩擦に関する知見は少ない. そこで, 高軸力下で鋼とコンクリートの摩擦係数の把握を目的とした載荷試験を実施した.

本試験の一部については, 文献1)でも報告したが, その後パラメータを増やして試験を継続するとともに, スケール効果の確認も実施したので, 以下に報告する.

2. 試験概要

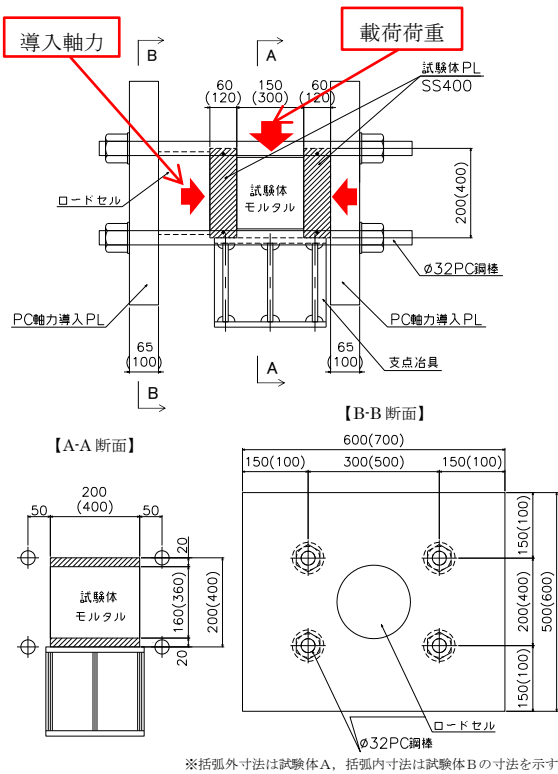
本試験は, 図-1 に示すように無収縮モルタル試験体を両面から鋼板(SS400 材)で挟み, PC 鋼棒により軸力を導入し, すべり量が 20mm 程度になるまで無収縮モルタル試験体上面を鉛直に単調載荷するものである. 試験体は, 導入軸力および試験体寸法をパラメータとした. 無収縮モルタル試験体は打設後に一度型枠から取り外し, 鋼材を再度設置し, 軸力を導入することにより付着をとらないこととした. なお,

コンクリートと無収縮モルタルで試験結果にほとんど違いがないことが確認できているため, 試験体は無収縮モルタルとした.

3. 試験結果および考察

3.1 試験結果

試験結果を表-1 に示す. また, 例として試験体 A-9 および試験体 B-1 の荷重 - すべり量関係を図-2 に示す. いずれの試験体もすべり出す際に荷重が最大となり, 最大荷重以降は動摩擦へ切替り, 荷重を維持してすべる結果となった.



※括弧外寸法は試験体A, 括弧内寸法は試験体Bの寸法を示す

図-1 試験体の形状寸法

表-1 試験結果

試験名	試験体サイズ	導入軸力 (kN)	試験体No.	モルタル圧縮強度 (N/mm ²)	接合面 試験結果			試験結果(すべり時)			
					算術平均粗さRa(μ m)		無機シンクリッチヘン膜厚(μ m)	軸力 (kN)	支圧応力 (kN/mm ²)	鉛直荷重 (kN)	せん断応力 (kN/mm ²)
					塗装前	塗装後					
試験A	160×200×150	50	A-1	77.0	-	4.30	85.05	50	1.6	75	1.2
			A-2	77.0	-	4.28	90.15	47	1.5	57	0.9
			A-3	85.8	8.11	6.69	95.85	50	1.6	93	1.4
			A-4	89.1	6.69	6.08	96.75	42	1.3	68	1.1
		100	A-5	78.8	-	5.68	93.10	102	3.2	158	2.5
			A-6	71.2	-	4.19	89.25	101	3.2	131	2.0
			A-7	71.2	-	4.15	96.20	97	3.0	125	2.0
			A-8	89.1	7.47	5.89	95.80	95	3.0	148	2.3
			A-9	95.6	6.92	6.42	95.20	88	2.8	144	2.2
		300	A-10	74.3	-	4.24	85.20	307	9.6	579	9.0
			A-11	77.4	-	4.39	80.85	305	9.5	422	6.6
			A-12	77.4	-	4.71	88.05	298	9.3	390	6.1
			A-13	95.6	7.88	5.67	95.90	286	8.9	490	7.7
			A-14	94.3	7.20	5.76	95.75	294	9.2	469	7.3
		400	A-15	74.3	-	4.46	86.75	391	12.2	681	10.6
		600	A-16	75.9	-	4.52	84.55	606	19.0	1122	17.5
			A-17	73.1	-	4.87	85.35	608	19.0	835	13.0
			A-18	73.1	-	4.86	83.35	598	18.7	752	11.8
			A-19	94.3	7.03	5.56	92.05	576	18.0	1009	15.8
			A-20	94.9	6.98	5.33	94.25	586	18.3	987	15.4
試験B	360×400×300	100	B-1	82.5	8.98	6.05	97.80	102	0.7	160	0.6
		800	B-2	84.8	7.16	5.76	97.10	802	5.6	1539	5.3

3.2 摩擦係数

各試験体の最大せん断応力度と滑り時の支圧応力度を図-3 に示す. 試験 A の摩擦係数は 0.8 程度, 試験 B の摩擦係数は 0.9 程度となった. 試験 A については, 支圧応力度が大きい試験体ほど結果のばらつきが大きくなった.

3.3 接合面の状況

低軸力時 (例として試験体 A-1) のすべり面と高軸力時 (例として試験体 A-19) の試験後の接合面を図-4 に示す. 低軸力時の場合では鋼材に塗装が残る, 部分的にモルタルの付着が確認された. 高軸力の場合では接触面の塗装が剥がれ, 鋼材素地がみられた. 以上より, 低軸力下では塗装とモルタルの界面, 高軸力下では鋼材と塗装の界面がすべり面となり, 軸力の大きさによってすべる面が異なる結果となった.

3.4 試験結果のばらつき

すべり時のせん断応力度と支圧応力度について, 試験実施時期を比較したものを図-5 に示す. 図-5 より 1 月に実施した試験体の摩擦抵抗が小さい傾向となっていることが分かる. また, 表-1 に示した無収縮モルタル圧縮強度や無機ジンクリッチペイントの膜厚・養生期間, 塗装前後の算術平均粗さを比較したが, 相関は見られなかった. 以上より, 試験時期に相関があったことから, 気温や湿度により摩擦面の微視的な凝着部の形成や破壊に影響があったと考えられる. また, 上記の影響と 3.3 で述べたすべり面の変化により, ばらつきが大きくなったと考えられる.

3.5 スケール効果の影響

図-2 より, 試験 B は試験 A と損傷過程が同様となっていることを確認した. また, 図-3 より, 試験 B の摩擦係数は試験 A よりもやや大きくなったが, 試験 A のばらつきの範囲におさまっているため, スケール効果の影響はないと考えられる.

4. おわりに

高軸力下における鋼とコンクリートの摩擦係数の把握を目的とした載荷試験を実施した.

試験の結果, 摩擦係数は 0.8~0.9 程度であり, 高軸力下においては鋼材と塗装の境界面の影響が大きいことが分かった. また, 試験結果のばらつきは気温や湿度により摩擦面の微視的な凝着部の形成や破壊に影響によるものであると考えられる. また, スケール効果の影響はないと考えられる.

今後は曲げを受ける鋼とコンクリートの接合面の摩擦について確認する予定である.

参考文献

- 1) 田辺他: 高軸力下における鋼とコンクリートの接合面の付着及び摩擦に関する一考察, 土木学会第 71 回年次学術講演会, 2016.9

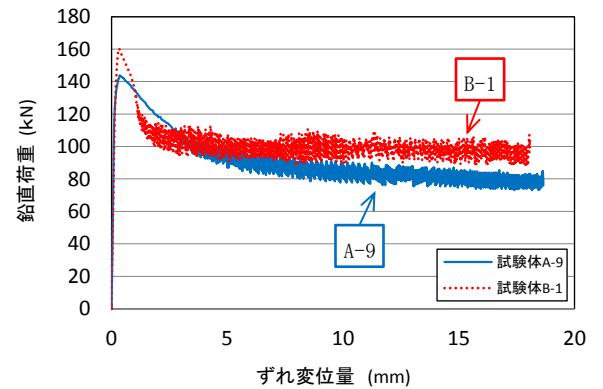


図-2 荷重-ずれ変位量関係

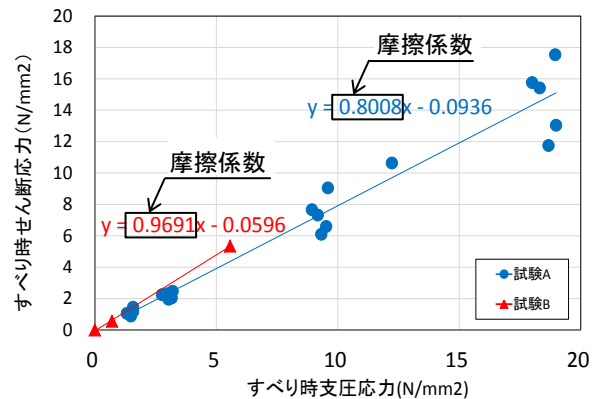
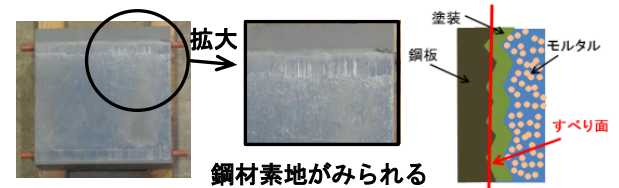


図-3 すべり時のせん断応力と支圧応力



(a) 軸力 50kN (試験体 A-1)



(b) 軸力 600kN (試験体 A-19)

図-4 軸力とすべり面の関係

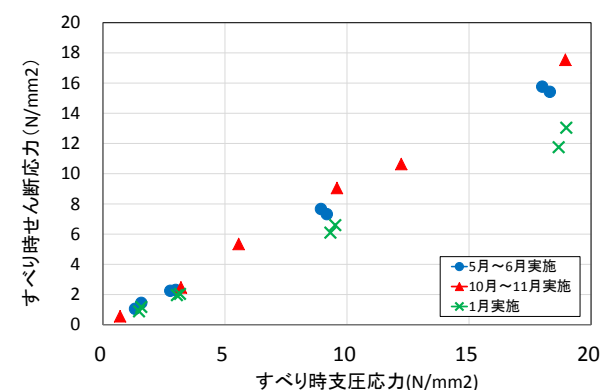


図-5 試験時期の比較