

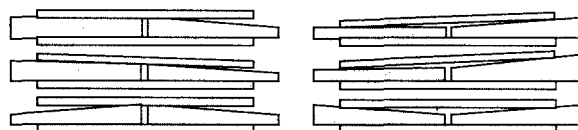
大阪大学大学院 学生員○中村貴史 大阪大学大学院 正会員 亀井義典
大阪大学大学院 フェロー 西村宣男 新日本製鐵(株) 正会員 高木優任
駒井鉄工(株) 正会員 秋山寿行

1. まえがき

近年、鋼橋の設計の合理化や製作、施工工程の省力化が望まれている。特に、設計の合理化と施工工程の省力化を実現する一手法として、LP鋼板(Longitudinally Profiled Plate)をプレートガーダーやボックスガーダーのフランジに採用し、突き合わせ溶接等の工程を省略する方法が考えられている。LP鋼板の連結に等厚部を設けずに板厚変化部分で高力ボルト摩擦接合を用いた場合、製作上のメリットが生じるが、その場合、連結されるLP鋼板間のテーパ勾配が異なるためすべり強度に対する影響を確認する必要がある。本報告では、等厚部を省略したLP鋼板高力ボルト摩擦接合継手を対象に引張試験を行い、テーパ勾配がすべり強度に与える影響について検討した。

2. 実験供試体

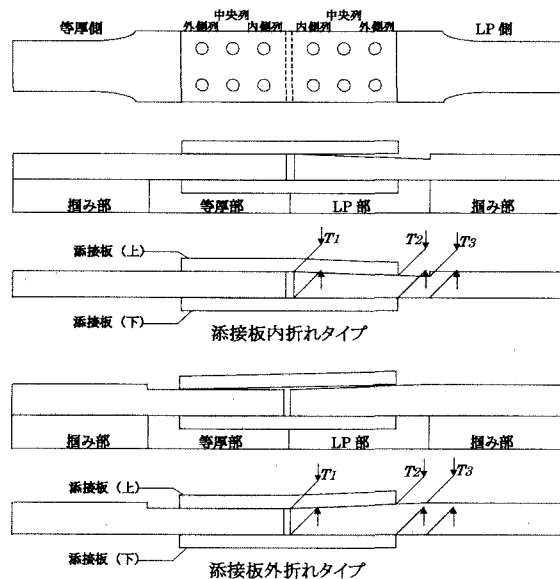
LP鋼板の高力ボルト摩擦接合継手において連結される板のテーパ勾配の違いによって生じる母材－添接板間の隙間には2種類あって、図－1の(a)に示すように、接合中心から継手端部へ遠去るに従って母材－添接板間の隙間が増えるタイプと、(b)のように接合中心で最大の隙間となるタイプに分けられる。高力ボルトを締付けることによりこの隙間が閉じるように添接板が変形するが、このときの添接板の変形形状により、前者を添接板内折れタイプ、後者を添接板外折れタイプと称する。本試験では、これらの添接板内折れ、外折れタイプの代表的なものとして図－2に示す2タイプの供試体を対象に引張試験を行った。表－1に供試体の諸元を示す。LP鋼板のテーパ勾配は長さ1m当りの板厚変化で定義する。継手の片側には等厚の母材を使用し、他方の母材に片テーパで、勾配 0.002 (2.0/1,000) および 0.0048 (4.8/1,000) のLP鋼板を使用した。添接板内折れタイプでテーパ勾配 0.002 の供試体を LPJ2IN、テーパ勾配 0.0048 の供試体を LPJ4IN、同様に添接板外折れタイプでは、それぞれ LPJ2OUT、LPJ4OUTとする。道路橋示方書に従い設計し、LP鋼板を含め母材、添接板の材質は SM490Y とする。添接板の板厚はすべての供試体で19mmとする。すべての高力ボルトは F10T、M22 を使用した。ボルト軸力の導入は等厚内側から等厚外側の順で2度締めし、続いてLP内側からLP外側の順で2度締めを行った。



(a)添接板内折れタイプ (b)添接板外折れタイプ
図－1 LP鋼板摩擦接合継手のタイプ

表－1 実験供試体の諸元

供試体記号	LPJ2IN	LPJ4IN	LPJ2OUT	LPJ4OUT
タイプ	添接板内折れ	添接板内折れ	添接板外折れ	添接板外折れ
テーパ勾配	2.0/1000	4.8/1000	2.0/1000	4.8/1000
T1 (mm)	34.00	35.00	34.00	34.00
T2 (mm)	33.54	33.90	34.46	35.10
T3 (mm)	33.42	33.61	34.58	35.38
β^D (薄部 厚部)	0.767 0.758	0.756 0.738	0.758 0.750	0.758 0.739
γ (薄部 厚部)	1.13 1.12	1.11 1.09	1.12 1.11	1.12 1.09
最大板厚差(mm)	0.460	1.104	0.460	1.104
供試体数	3	3	3	3



図－2 実験供試体

Takashi NAKAMURA, Yoshinori KAMEI, Nobuo NISHIMURA,
Masahide TAKAGI and Hisayuki AKIYAMA

3. 初期ボルト軸力

ボルト締付け時における継手のテーパー勾配の影響による挙動を調査した。図-3にLP鋼板側ボルト軸力導入時における等厚側ボルト軸力の変化を示す。図の縦軸はボルト軸力を各ボルト締付け直後の軸力で無次元化した値、図の横軸は等厚側初期ボルト軸力導入完了後、LP鋼板側の内側ボルト列、中央ボルト列、外側ボルト列に規定軸力の半分の軸力を導入し、続いて内側から順次規定軸力を導入した過程を表している。LPJ4INではLP鋼板内側ボルト列に1/2の軸力を導入した際に等厚内側ボルト列のボルト軸力が0.2%程度上昇し、さらに内側に規定軸力を導入した時にも等厚内側列のボルト軸力上昇が見られる。このように添接板内折れタイプではLP側ボルト軸力導入の際に、テーパー勾配の影響により等厚側の添接板が浮き上がるような状態になるため、等厚側のボルト軸力が上昇し、母材-添接板間の板厚方向の作用力は減少しているものと思われる。LPJ4OUTではボルト軸力の上昇は見られず、すべてのボルト列でほぼ線形的に減少している。添接板外折れタイプでは内折れタイプとは逆にボルト軸力に加えて添接板の変形に伴う母材-添接板間の板厚方向の作用力が働いているものと考えられる。

4. 実験結果

図-4に荷重-全伸び関係を示す。図の縦軸は引張荷重を表し、横軸は鋼材の伸びを含む供試体の全伸びを表す。●印は各供試体で最初の主すべり発生時を表す。

添接板内折れタイプに比べて添接板外折れタイプのすべり強度が高くなっている。これはテーパー勾配の影響により、添接板内折れタイプでは添接板が浮き上がるような状態となり、添接板外折れタイプでは添接板の弾性変形に伴うスプリング効果によりボルト軸力による板厚方向作用力以上の力が作用しているためだと考えられる。添接板内折れタイプにおける主すべり発生は等厚側もしくは両方同時であった。これはLP鋼板側の継手の形状がくさびのような役目をしてすべりを抑制しているためだと考えられる。添接板外折れタイプにおける主すべり発生はLP側もしくは両方同時であった。

表-2にすべり係数の一覧を示す。すべり係数については公称ボルト軸力 20.5tf、および1割増しの 22.55tfで評価している。すべての供試体において公称すべり係数を上回っており、テーパー勾配の範囲が4.8/1000程度であれば大幅なすべり係数の低下は起こらないことが確認できた。

参考文献 1) 亀井義典・池端文哉・西村宣男：高力ボルト摩擦接合継手の限界状態区分に関する解析的研究，土木学会論文集 No.584 I-42 pp.243~253,1998.1

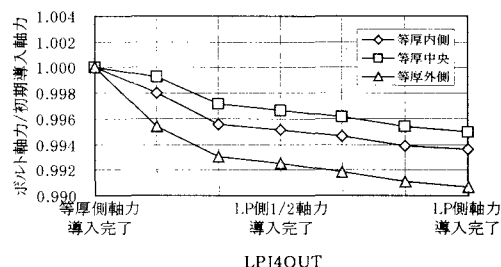
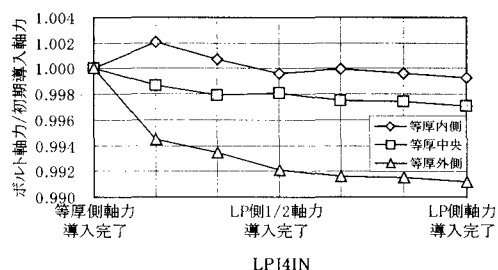


図-3 等厚側ボルト軸力変化

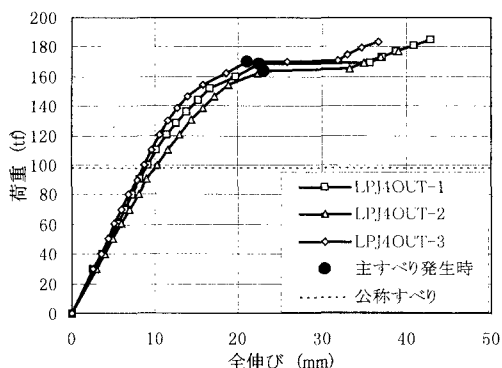
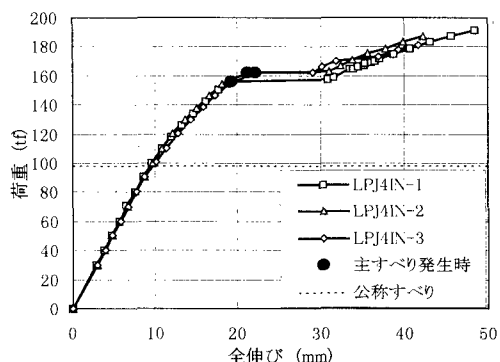


図-4 荷重-全伸び

表-2 すべり強度一覧

	LPJ2IN	LPJ4IN	LPJ2OUT	LPJ4OUT
公称20.5tf	0.557	0.651	0.621	0.681
1割増22.55tf	0.507	0.592	0.565	0.619