

大阪大学工学部 正会員○亀井義典 大阪大学大学院 学生員 松野正見
大阪大学工学部 フェロー 西村宣男 川田工業(株) 正会員 宮地真一

1. まえがき

鋼桁製作の省力化の一手法として、主桁ブロックを一定断面とし、現場継手部においてフィラープレートを用いることにより断面を変化させる考え¹⁾が普及しつつある。フィラープレートを用いた高力ボルト摩擦接合継手は、通常の継手と構造詳細が異なるために荷重伝達機構が異なることが考えられ、フィラープレート厚の薄い継手に関しては、文献2)において検討を行った。しかし、近年、板厚制限が緩和されたこともあり、接合部において母材の断面変化量の大きい摩擦接合継手が利用されることも考えられ、その際には母材と同程度の板厚を有するフィラープレートの利用も考えられる。本報告では、母材と同程度のフィラープレート厚を有する高力ボルト摩擦接合継手までを対象に弾塑性有限変位解析を行い、その荷重伝達機構について考察を行った。

2. 解析手法と解析モデル

図-1に解析モデルを示す。解析モデルとしては、高力ボルト片側1行2列の2面せん断継手とした。解析対象は、継手の対称性を利用して、継手全体の1/4モデルとし、母材、添接板、フィラープレート、座金間の全接触面にはジョイント要素³⁾を導入する。また、荷重は初期ボルト軸力を導入した後、継手端部に強制変位として与えるが、継手部に対して偏心を有するため必然的に板厚面外方向の曲げが作用することとなる。表-1に解析モデルの諸元を示す。表中の断面変化率とは、フィラープレート厚(t_2)と厚部側の母材板厚(t_1+t_2)の比 $t_2/(t_1+t_2)$ を意味する。解析モデルは、文献4)の実験供試体に合わせるものとし、フィラープレートが無い(厚部側)モデルA、フィラープレート厚を19, 13, 6(mm)と変化したモデルB~Dの4モデルについて解析を行った。尚、これらのケースは全てすべり先行型の継手に属する。

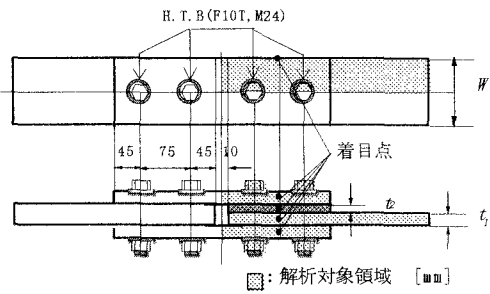


図-1 解析モデル

表-1 解析モデルの諸元

パラメーター\モデル		A	B	C	D
高力ボルト	ボルトサイズ	M24 (F10T)	M24 (F10T)	M24 (F10T)	M24 (F10T)
	初期導入軸力 (t_f /1本)	23.8	23.8	23.8	23.8
母材	鋼種	SM490Y	SM490Y	SM490Y	SM490Y
	板厚 t_1 (mm)	38.00	19.00	25.00	32.00
	全幅 W (mm)	100	100	100	100
添接板	鋼種	SM490Y	SM490Y	SM490Y	SM490Y
	板厚 (片側) (mm)	12.00	12.00	12.00	12.00
フィラープレート	鋼種	SS400	SS400	SS400	SS400
	板厚 t_2 (mm)	***	19.00	13.00	6.00
断面変化率 $t_2/(t_1+t_2)$ (%)		***	50.0	34.2	15.8
$\beta = N_{SL}/N_{Fyn}$		0.38	0.76	0.58	0.45
$\gamma = N_{Syn}/N_{Fyn}$		0.63	1.26	0.96	0.75

3. 解析結果

図-2に荷重-全伸び関係を示す。図中の○、●マークは、各モデルの荷重-全伸び関係に対応したすべり強度の公称値 N_{SL} および、主すべり発生時を表す。縦軸は載荷荷重 P を母材純断面降伏強度の公称値 N_{Fyn} で無次元化した値、横軸は全伸びを継手全長で無次元化した値を示す。フィラープレートの有無に関わらず、全てのモデルですべり強度 N_{SL} は公称値 N_{SL} を大きく上回った。モデルCの荷重-全伸び関係は、通常のすべり先行型継手であるモデルAと同様の挙動を示すが、モデルBおよびDでは、公称のすべり強度 N_{SL} 以後、全伸びが急激に増加するといった挙動を示した。

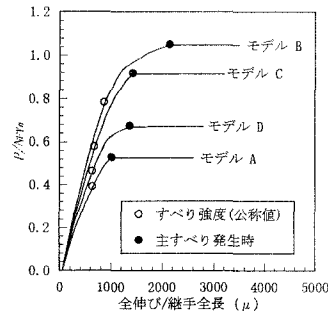


図-2 荷重-全伸び関係

図-3にモデルB~Cの各接触面における主すべり発生時の相対変位を示す。相対変位は、継手の原形の縮尺に対して100倍に拡大して示している。添接板(上)、(下)はフィラープレート側および母材側の添接板を表す。本解析では、全てのモデルで主すべりは、添接板-フィラープレート、母

Yoshinori KAMEI, Masami MATSUNO, Nobuo NISHIMURA and Shin-ichi MIYACHI

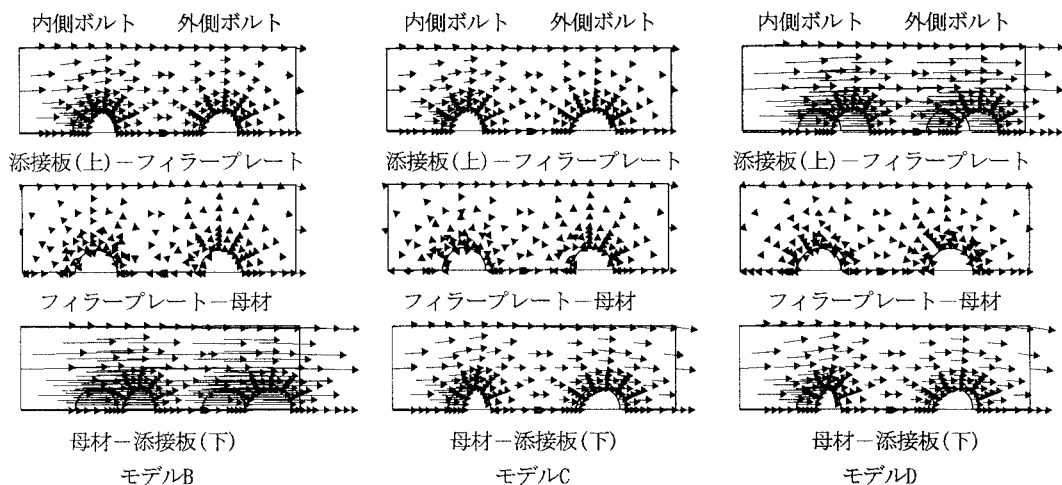


図-3 相対変位図

材-添接板間で発生しているため、全てのモデルでフィラープレート-母材間の相対変位は小さくなった。モデルBでは、偏心軸引張力の影響で、母材-添接板(下)間の相対変位量が大きくなる。また、モデルDでは、添接板

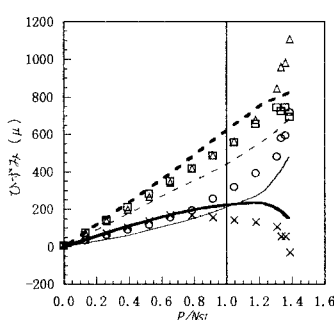


図-4 コバ面のひずみ-荷重関係

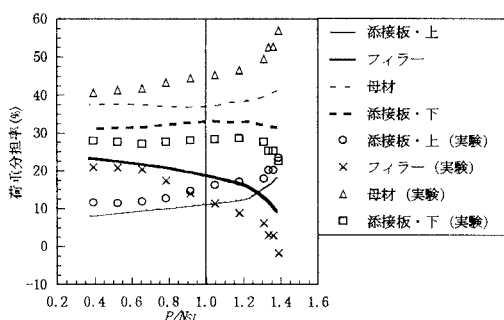


図-5 荷重分担率

ト間でも相対変位量が大きくなっているが、これは、フィラープレートが薄く、母材と一体化して荷重を伝達しているためであると考えられる。

4. 荷重伝達機構

図-4にモデルBのコバ面のひずみ-荷重関係、図-5にモデルBの各荷重レベルにおいて母材、添接板、フィラープレートが受け持つ荷重分担率を示す。着目点は図-1に示す点である。また、図中には実験値も示している。解析と実験値を比較すると、傾向がよく似る結果となった。フィラープレートのコバ面のひずみは、母材、添接板のひずみとは異なり、増加した後に低下する傾向を示す。荷重分担率は、荷重レベルが小さい段階においては、母材、添接板(下)、フィラープレート、添接板(上)の順に大きく、全ての荷重レベルにおいて、フィラープレートと添接板(上)の荷重分担率の合計は、母材の荷重分担率と同程度の値となった。荷重増に伴う、母材および添接板(下)の分担率には大きな変化は見られない。添接板(上)では荷重の増加とともに徐々に分担率が上昇するのに対し、フィラープレートでは徐々に低下する。この傾向は、すべり強度の公称値を越えた辺りからより顕著となる。極厚のフィラープレートを有する高力ボルト摩擦接合引張継手の荷重伝達機構は、添接板(上)と母材に引張力が作用することにより、フィラープレートには反作用的に圧縮力が作用するものと考えられる⁴⁾が、フィラープレートの存在および偏心軸引張力に起因した部分すべりが発生することにより、その影響はより顕著となる。

参考文献 1)鋼道路橋設計ガイドライン(案), 1995.10. 2)建設省: 亀井義典ら: 低材質フィラープレートを用いた高力ボルト摩擦接合継手の限界状態 構造工学論文集 Vol.43.A, 1997.3. 3)Nishimura, N., Kamei, Y., and Ikehata, B.: Analysis of HSPG Bolted Joints Considering Local Slip, TECHNOLOGY REPORTS OF THE OSAKA UNIVERSITY, Vol.46, No.257 pp.227~236, 1996. 10. 4)宮地真一ら: フィラープレートを有する高力ボルト摩擦接合継手のすべり挙動について 構造工学論文集 Vol.44.A, 1998.3.