

山形鋼高力ボルト接合部への背面付加による乾式補強法
その7 背面付加材による乾式補強の実験結果

正会員○真辺 高勢*1 同 平田 博宗*1
同 須崎 由也*1 同 薩川 恵一*2
同 鈴木 壮*3 同 吉敷 祥一*4

山形鋼 高力ボルト摩擦接合 筋かい
保有耐力接合 突出脚

1. はじめに

前報(その6)に引き続き、本報では実験結果の考察及び検討を行う。

2. 実験結果と考察

図1に載荷実験より得られた破断側接合部の荷重変形関係を示す。各図中の○印は初期すべり発生点を、●印は最大耐力を示す。また図中では、高力ボルト摩擦接合部のすべりによる変形進行を除去している。なお、降伏耐力は、初期剛性と二次剛性(5mm変位時の接線剛性)の交点にて評価する。図1(a)は山形鋼L65×6、図1(b)は山形鋼L75×6、図1(c)は山形鋼L90×7の既存ボルト2本の補強効果を示している。補強した試験体L65-2-3、L75-2-3、L90-2-3は、ともに無補強試験体と比べて降伏耐力、最大耐力が大きく上昇している。また、補強した試験体L65-2-3、L90-2-3は、既存ボルト5本の試験体と比較して、降伏耐力後

の非線形領域において荷重の上昇は緩やかであるが、降伏耐力と最大耐力はほぼ等しい結果となった。

図1(d)は山形鋼L65×6、図1(e)は山形鋼L75×6、図1(f)は山形鋼L90×7の既存ボルト3本の補強効果を示している。3つの図より、荷重変形関係は、既存ボルト2本と同様な傾向を示しており、補強された試験体L65-3-2、L90-3-2と既存ボルト5本の試験体の荷重変形関係もほぼ同関係である。本補強方法では、既存ボルト2本、3本の試験体を既存ボルト5本の試験体とほぼ同等な耐力にすることができる。

図1(g),(h)は、山形鋼L90×7を補強する際に連結ボルトを既存ボルトより1サイズ小さくし、既存材の断面積を大きくした試験体の荷重変形関係を比較している。既存ボルトの数によらず、連結ボルトを1サイズ小さくした試験体は、既存ボルトと連結ボルトのボルト径が同一サイズ

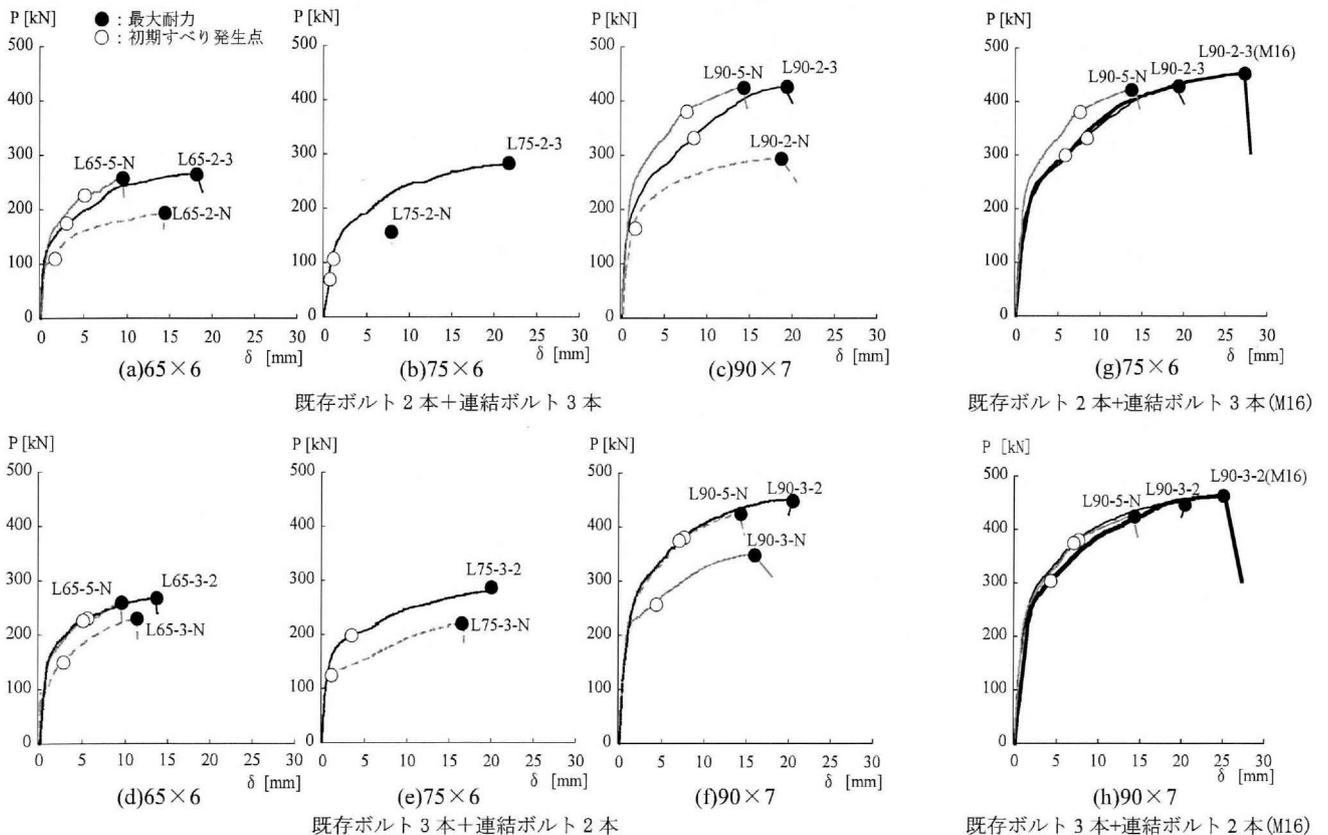


図1 荷重変位関係

の試験体が最大耐力に至るまでの荷重変位関係とほぼ同等であるが、最大耐力以降は変形が進展して荷重が上昇している。

表1に各試験体の最大耐力の実験値(eP_u)、理論値(cP_u)、降伏耐力(eP_y)、突出脚有効率(γ_e)、保有耐力接合(γ_{req})、破断位置をまとめた実験結果一覧を示す。実験結果を得るための式を表1の下に示す。最大耐力の計算値は式(a)で示し、突出脚有効率(γ)は式(b)で示す。

実験値から得た突出脚有効率(γ_e)を式(c)より求め、保有耐力接合を満たす条件式は式(d)から与えられる。図2には、載荷後の破断位置と載荷実験より得られた破断状況の例に示す。載荷後の破断位置は、無補強試験体では、既存材ボルト部の断面が破断し、補強を行った試験体では連結ボルトの断面が破断した。

載荷実験から得られた最大耐力の実験値(eP_u)と式(a)から得られた理論値(cP_u)を比較する。山形鋼 L65×6、L90×7 は、実験値と計算値がほぼ同じであるが、山形鋼 L75×6 では、実験値が計算値の約8割ほどであった。また、実験から得た補強試験体の最大耐力は、既存ボルト5本の無補強試験体の最大耐力よりもほぼ同じか若干上昇していることがわかる。

保有耐力接合を満たす突出脚有効率を図3に示す。図3より、既存ボルト3本までの無補強では、保有耐力接合を満たしていない。保有耐力接合を満たしている試験体は、補強した試験体と既存ボルト5本の無補強試験体である。既存材 L90×7 の補強試験体において連結ボルトを1サイズ小さくした試験体は、既存ボルトと連結ボルトのボルト径が同一サイズの試験体と比べ、最大耐力は上昇しているが、突出脚有効率はほぼ同等の結果となった。ボルトサイズを変えることでボルト孔の断面積が増大し耐力が上昇したと考察する。

3. まとめ

本報(その7)では、山形鋼筋かいへの背面付加による乾式補強の実験結果について示した。

参考文献
前報(その6)にまとめて示す。

表1 実験結果

試験体	最大耐力理論値 cP_u [kN]	最大耐力実験値 eP_u [kN]	降伏耐力 eP_y [kN]	突出脚有効率 γ_e	保有耐力接合 γ_{req}	破断位置
L65-2-3	250	266	153	0.8	0.71	(CB)
L65-2-N	166	193	103	0.41		(EB)
L65-3-2	255	268	170	0.81		(CB)
L65-3-N	201	232	122	0.62	0.67	(EB)
L65-5-N	252	259	168	0.76		(CB)
L75-2-3	312	280	143	0.73		(EB)
L75-2-N	222	157	122	0.11	0.68	(CB)
L75-3-2	323	284	182	0.75		(EB)
L75-3-N	285	220	118	0.41		(CB)
L90-2-3(M16)	428	454	245	0.89	0.63	(EB)
L90-2-3(M20)	416	427	242	0.84		(CB)
L90-2-N	279	294	157	0.37		(EB)
L90-3-2(M16)	428	465	272	0.93	0.68	(CB)
L90-3-2(M20)	414	452	275	0.93		(EB)
L90-3-N	342	350	223	0.57		(CB)
L90-5-N	419	426	263	0.84	(EB)	

最大耐力(cP_u)

$$cP_u = 2 \cdot d - t - \phi - d_n \cdot t \cdot \sigma_u \quad \dots(a)$$
 突出脚有効率(γ)

$$\gamma = \frac{d - d_n}{d} \quad \dots(b)$$
 突出脚有効率(γ_e)

$$\gamma_e = \frac{cP_u}{\sigma_u \cdot t \cdot d} \cdot \left(1 - \frac{\phi}{d} - \frac{t}{d} \right) \quad \dots(c)$$
 有効断面
 保有耐力接合を満たす条件式(γ_{req})

$$\gamma \geq \sigma \cdot YR_f - l \cdot \left(2 - \frac{t}{d} \right) + \left(1 + \frac{\phi}{d} \right) = \gamma_{req} \quad \dots(d)$$

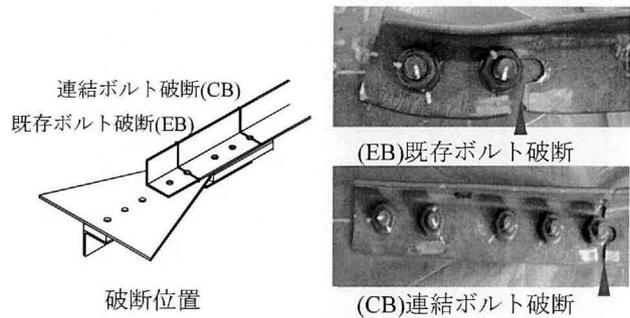


図2 破断位置詳細

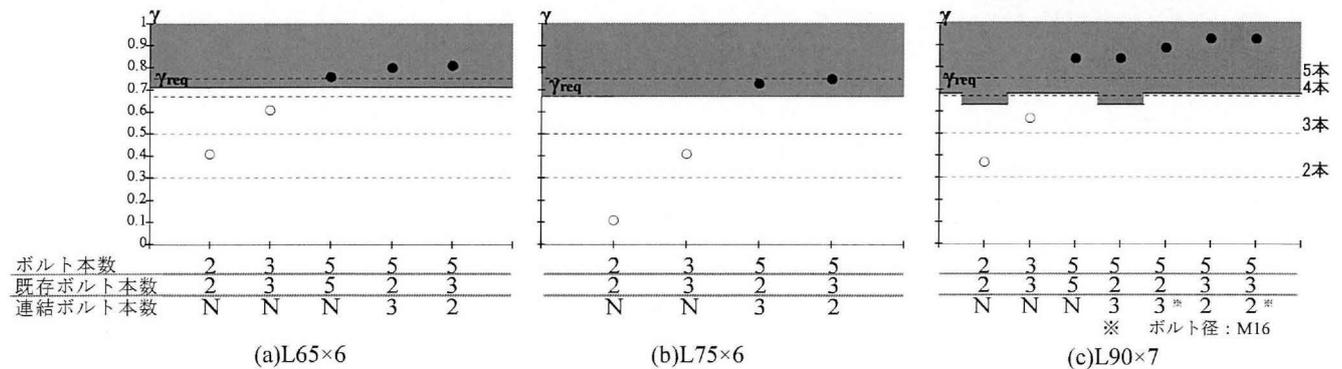


図3 突出脚有効率一覧

*1 愛知工業大学 元学生
 *2 愛知工業大学 教授 博士(工学)
 *3 愛知工業大学 大学院生
 *4 東京工業大学 准教授 博士(工学)

*1 Aichi Institute of Technology
 *2 Associate Professor, Tokyo Institute of Technology Dr.Eng.
 *3 Professor, Aichi Institute of Technology
 *4 Aichi Institute of Technology Dr.Eng.