

特殊ナットを用いた2段締め高力ボルト摩擦接合継手の性能確認試験

首都高速道路 正会員 ○峯村智也 大阪市立大学大学院 学生会員 金城 力
 大阪市立大学大学院 正会員 山口隆司 IHI インフラシステム 正会員 齊藤史朗
 駒井ハルテック 正会員 吉岡夏樹 神鋼ボルト 正会員 林 衛

1. 研究背景および目的

鋼橋の補修補強工事では、新設部材を既設部材の両側から取り付ける工法が想定され、効率よく補強部材を取り付ける工法が求められる。そこで、大西ら¹⁾は通常ナット(以下、本ナット)と異なる特殊ナットを開発し、第一の部材を既設部材に取り付けたまま第二の部材を取り付ける工法を提案し、すべり試験を実施した。

本工法では、第一の部材取付時は特殊ナット、第二の部材取付時は本ナットにより締め付ける。特殊ナットを締め付けた状態で第二の部材を取付るため、拡大孔φ36を有する継手となること、通常の座金に加えて、それより大きな座金(以下、拡大座金)が必要となること特徴である。

本研究では、各施工段階の性能評価を目的とし、母板の接触面処理、施工段階を想定した特殊ナットの取外しの影響および母板と連結板の孔ずれをパラメータとし、施工期間を考慮したリラクゼーション試験およびすべり試験を実施した。

2. 実験供試体

図-1に供試体諸元、表-1に構造諸元と実験パラメータをそれぞれ示す。1面摩擦供試体(SZ, SK)は、特殊ナットによる締め付け、2面摩擦供試体(DZ, DK)は特殊ナットによる締め付け後、本ナットを締め付けた。

目標導入軸力を特殊ナット 123kN、本ナット 226kN とし、リラクゼーション期間はそれぞれのナット締付から約1ヶ月とした。図-2に孔ずれの状況を示す。ボルト孔芯のずれ量は4.25mmである。

なお、供試体の拡大座金の寸法は、FEM解析により連結板の接触圧等を検討した上で摩擦接合用座金 M30 に決定した。連結板およびフィラープレートの接触面は無機ジンクリッチペイント 75μm、母板は粗さ Ra=0.5 以上となるようにケレンを行った供試体、無機ジンクリッチペイント 75μm を塗装した供試体の2種類とした。

比較検討のため、通常の高力ボルト摩擦接合供試体(NZ, NK)の試験を同様に実施した。

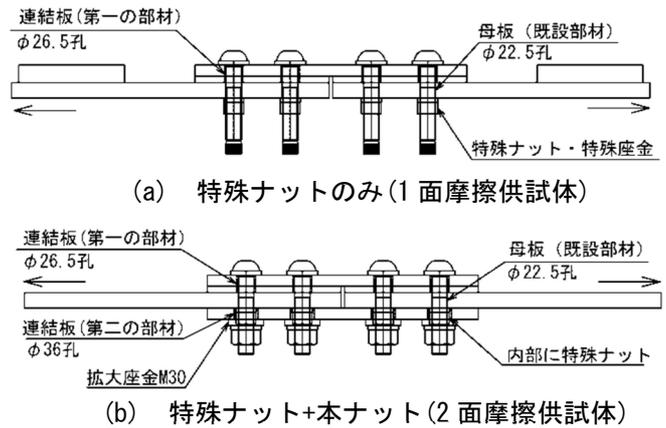


図-1 供試体形状

表-1 供試体の構造諸元とパラメータ

供試体名	構造諸元							パラメータ									
	拡大座金内径 (mm)	拡大座金外径 (mm)	母板降伏耐力 P_{YM}	連結板降伏耐力 P_{YS}	すべり耐力 P_{SL}	すべり/降伏耐力比 β	供試体数	母板の接合面処理	特殊ナットの取り外し	母板と連結板の孔ずれ							
一面摩擦	SZ	31	60	401	276	98	0.36	5	ジンク	無し	無し						
	SK								ケレン								
二面摩擦	DZ-1							31	60	401	517	279	0.70	3	ジンク	有り	無し
	DZ-2														無し		
	DK-1													5	ケレン	有り	無し
															DK-2	無し	
	DZ-1e													5	ジンク	有り	有り
	DK-1e	ケレン	無し														
NZ	-	-	390	568	328	0.84	5	ジンク	-	-							
NK	-	-	390	568	328	0.84	5	ケレン	-	-							

※すべり耐力はすべり係数を0.4、ボルト軸力を設計軸力(205kN)とした。降伏耐力はSS400材の公称値を用いた。



図-2 母板と連結板の孔ずれ

KEYWORDS : 補修・補強, ナット, すべり係数, 高力ボルト摩擦接合
 連絡先 〒100-8930 東京都千代田区霞が関 1-4-1 (日土地ビル) 首都高速道路(株) TEL03-3539-9557

表-2 実験結果 (各ケースの平均)

供試体名	ナット形式	試験前軸力 (kN)	すべり荷重 (kN)	すべり係数 (μ)	変動係数	1ヶ月後軸力低下率 (%)
SZ	特殊ナット	108.5	151.5	0.69	0.017	12.4
SK	特殊ナット	106.5	126.8	0.60	0.031	11.5
DZ-1	特殊ナット 撤去後 本ナット	208.3	473.8	0.57	0.022	10.2
DZ-2	特殊ナット & 本ナット	191.8	469.9	0.61	0.014	10.9
DK-1	特殊ナット 撤去後 本ナット	196.8	356.5	0.45	0.041	9.3
DK-2	特殊ナット & 本ナット	221.5	390.5	0.44	0.028	10.3
DZ-1e	特殊ナット 撤去後 本ナット	198.1	462.0	0.58	0.054	10.2
DK-1e	特殊ナット 撤去後 本ナット	197.5	341.6	0.43	0.062	9.3
NZ	本ナット	216.1	478.6	0.52	0.068	11.9
NK	本ナット	222.4	377.9	0.43	0.060	9.8

3. 試験結果と考察

表-2 に試験結果のまとめ、図-3 および 4 に試験後における接触面の状況を示す。図左側がボルト頭部側連結板とフィラーの接触面、母板とナット側連結板の接触面を示し、図右側はフィラーと母板の接触面を示す。

1) 接触面処理 : (SZ と SK, DZ と DK)

表-2 より軸力低下率が 1 面摩擦で約 12%, 2 面摩擦で約 9~10%となった。締付部材厚に占めるジंकの膜厚が増えたため、母板の接触面がジंकである供試体がケレンの供試体よりも若干大きい結果になったと考えられる。

すべり試験では、母板の接触面がジंकに比べ、ケレンでのすべり係数は 1 面摩擦で約 13%, 2 面摩擦で約 21~28%低下したが、すべり係数 0.40 以上を満足した。

2) 特殊ナットの有無 : (DK-1 と DK-2)

図-3 よりいずれの供試体においても、すべり痕の位置と形状が類似しており、特殊ナットの取り外しの有無によるすべり係数への影響は少ないと考えられる。

3) 孔ずれ : (DZ-1 と DZ-1e, DK-1 と DK-1e)

表-2 より、孔ずれがない供試体に比べ、孔ずれがあ

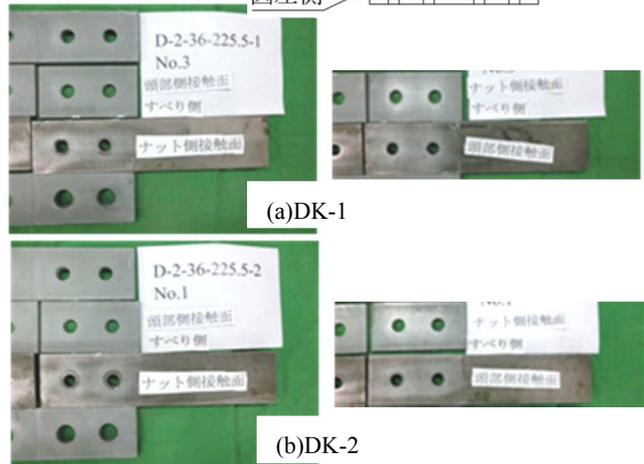
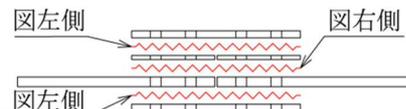


図-3 接触面の状況 (特殊ナットの有無)

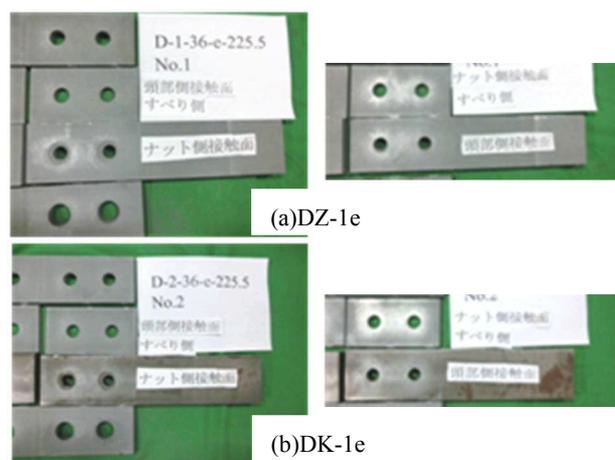


図-4 接触面の状況 (孔ずれあり)

る供試体ではすべり係数のばらつきが大きくなった。これは、図-4 に示すように孔ずれがある一部の供試体ではすべり痕がめがねのような形状ではなく、不規則な形状になったことが関係していると考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下にまとめる。

- 1) リラクセーション試験では、軸力低下率が全ての供試体平均で約 10%に留まった。
- 2) すべり試験では、母板の接合面処理が無機ジंक及びケレンのどちらにおいても全てのケースですべり係数は 0.40 を満足した。
- 3) 特殊ナットの取り外しの有無によるすべりへの影響は少なかった。また、母板と連結板の孔ずれによりすべり係数のばらつきが大きくなる傾向となった。

参考文献

- 1) 大西ら：鋼板両側に補強部材を連結する 2 段締めナットの開発，土木学会年次学術講演会講演概要集，I-446，2014.9
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，I 共通編・II 鋼橋編，2012.3