

高力ボルトの頭部を回して締付ける場合の軸力管理方法

ショーボンド建設(株) 正会員 加藤暢彦, ショーボンド建設(株) 小野康文
 ショーボンド建設(株) 正会員 若菜和之, ショーボンド建設(株) 城岡英敏
 日亜鋼業(株) 平 幸二

1. 目的

ボルトの飛び出し量をできるだけ少なくする必要がある場合、鋼板の外側にボルトの頭がくるようにボルトを配置することが考えられる。この場合、ボルトへの軸力導入は、「ボルトの頭部を締める」という一般的に使用されない方法を採用することになる。その際、ボルト部にはナットと異なりトルク係数を減じるための表面処理が行われていないため、トルク係数のばらつきが大きくなることが予想される。そこで、回転角の管理でトルク法と同等の軸力を導入できる可能性を確かめる目的で、ボルトの頭部を締付けた時の軸力と回転角、およびトルクとの関係を明らかにすることにした。

2. 供試体の種類

写真 - 1 に、高力ボルトをサンドイッチ床版に使用する場合の状況を示した。高力ボルトは F10T (M22) である。また、表 - 1 に供試体の種類を示した。ボルトが使用される箇所は、a) 一般部、b) 添接部、および c) 桁上部 (桁との連結部) である。a) は、6mm 厚の鋼板 1 枚を、b) は 6mm の鋼板 2 枚を、また c) は 6mm または 9mm の鋼板と桁の上フランジを高力ボルトで締付ける状況を想定している。

表 - 1 供試体の種類

タイプ	使用箇所	鋼板厚 (mm)	ワッシャー厚 (mm)		全締付け厚 (mm)	ナットの種類	孔径 (mm)	ボルトの首下長さ (mm)	供試体数
			外側	内側					
1	a) 一般部	6	3.2	6.0	15.2	高ナット	φ24.5	45	7
2	b) 添接部	12 (6+6)	3.2	6.0	21.2	高ナット	φ26.5	55	7
3	c) 桁上部	18 (6+12)	6.0	6.0	30.0	高ナット	φ26.5	65	7
4		21 (9+12)	6.0	6.0	33.0	高ナット	φ26.5	65	7
5		28 (6+22)	6.0	6.0	40.0	高ナット	φ26.5	75	7
6		31 (9+22)	6.0	6.0	43.0	高ナット	φ26.5	75	7

3. 実験方法

各供試体にあらかじめひずみゲージを貼付けておき、トルク 147N・m (15kgf・m) の予備締付け (スナッグタイト) を行った後、回転角を管理しながら本締付けを行い、回転角 15° 毎に軸力とトルクを測定した。

4. 軸力と回転角およびトルクとの関係

軸力と回転角の関係および軸力とトルクとの関係を式 (1) と式 (2) に示した¹⁾。

$$N \left(\frac{1}{K_b} + \frac{1}{K_p} \right) = \frac{p\theta}{360} \quad (1)$$

ここに、 N : ボルト軸力、 K_b : ボルトのばね定数、 K_p : 被締付け材のばね定数、 p : ねじのピッチ、 θ : ボルトの回転角である。

$$T = kdN \quad (2)$$

ここに、 T : トルク、 k : トルク係数、 d : 呼び径、 N : ボルト軸力である。

これらの式より、軸力と回転角および軸力とトルクが、線形関係にあることは明らかである。



写真 - 1 ボルトの使用状況

キーワード: 高力ボルト, 軸力管理, 回転角, トルク

連絡先: 〒305-0003 茨城県つくば市桜 1-17, TEL. 0298-57-8101, FAX. 0298-57-8120

表 - 2 必要軸力 (221.6kN) を導入するための回転角およびトルク

使用箇所	鋼板厚 (mm)	ワッシャーの厚さ (mm)		全締付け厚 (mm)	回帰式 $y = ax + b$ y: 軸力, x: 回転角		回転角 (°)	回帰式 $y = ax + b$ y: 軸力, x: トルク		トルク (N・m)
		内側	外側		傾き a	切片 b		傾き a	切片 b	
a) 一般部	6	6.0	3.2	15.2	5.0947	41.0	35.4	0.3199	0	692.7
b) 添接部	12	6.0	3.2	21.2	3.9324	41.0	45.9	0.3285	0	674.6
c) 桁上部	18	6.0	6.0	30.0	3.5628	39.8	51.0	0.3251	0	681.6
	21			33.0	3.4538	39.8	52.6	0.3400	0	651.8
	28			40.0	2.8117	39.8	64.7	0.3345	0	662.5
	31			43.0	2.6706	39.8	68.1	0.3223	0	687.6

5. 実験結果および軸力の管理方法

図 - 1 に軸力と回転角の関係を示した。また、図 - 2 に軸力とトルクの関係を示している。桁上部のタイプ 4~6 も同様の傾向を示していた。4.より、回転角とトルクのいずれも軸力と線形関係であるので、1 次回帰した式を併せて示している。ここで、切片 b は、図 - 1 では、ワッシャー厚 3.2mm と 6.0mm それぞれの予備締付け終了時の平均値を使用し、図 - 2 では 0 とした。

図より、回転角と軸力の関係、およびトルクと軸力の関係は相関性が高く、ここで示した回帰式は精度が高いと思われる。

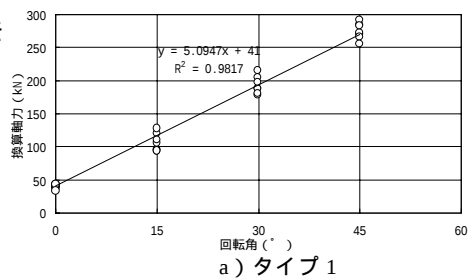
表 - 2 に、各タイプの回帰式をまとめて示した。軸力を回転角で管理する場合は、所定の軸力を導入するための回転角は、全締付け厚が増すにつれて大きくなっている。一方、トルクで管理する場合は概ね一定の値になっている。

図 - 3 と図 - 4 は、桁上部に対して、回転角またはトルクと締付け長さの関係を示したものである。前者は線形に近い関係、また後者は概ね一定の値を示しており、現場への適用が可能であると判断できる。

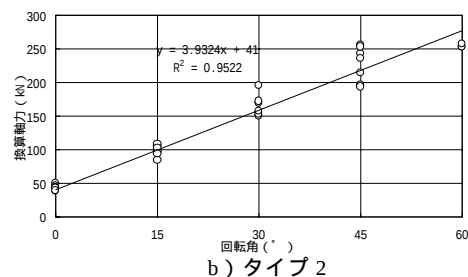
6. まとめ

ボルトの頭部を締めてボルトへ軸力を導入する場合は、回転角で管理することによりトルク法と同等の軸力を導入することが可能である。この時導入される軸力は、ボルトの弾性域にあるので F10T のものでも遅れ破壊の危険性は少ない。特に、現場条件などでトルク係数が変化することが考えられる場合は、トルク法よりも回転角による軸力管理を行うべきである。

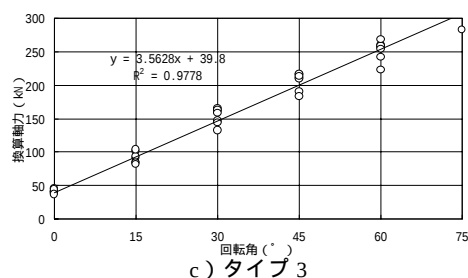
参考文献 1) 日本建築学会：鉄骨工事技術指針・工事現場施工編，1996 年。



a) タイプ 1

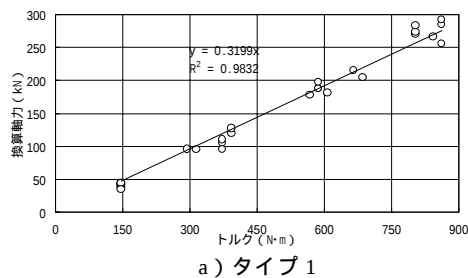


b) タイプ 2

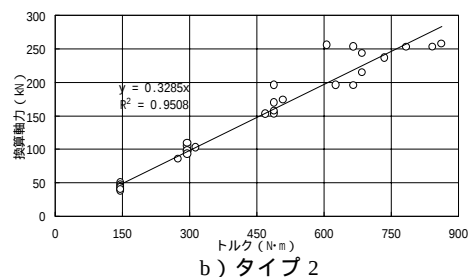


c) タイプ 3

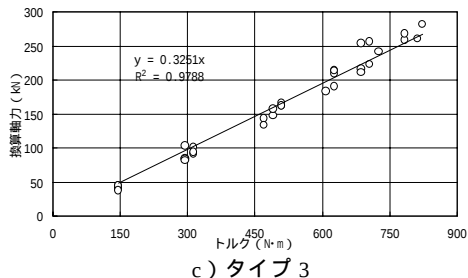
図 - 1 軸力と回転角の関係



a) タイプ 1



b) タイプ 2



c) タイプ 3

図 - 2 軸力とトルクの関係

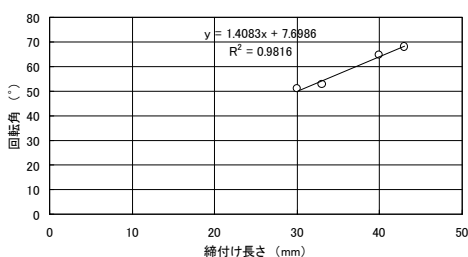


図 - 3 締付け長さとの関係

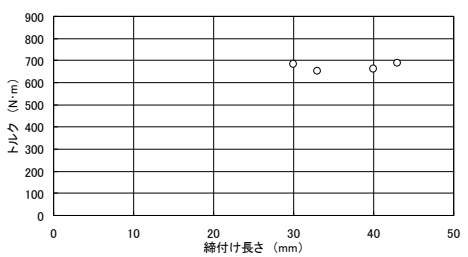


図 - 4 締付け長さとの関係