

建築構造用アンカーボルトの破断伸び性能に関する実験的研究 (その2 切削ねじ(ABM)の場合)

213-002 吾郷友貴

1 序

本研究はその1 (ABR) に引き続き、切削ねじ (ABM) アンカーボルト (以下 A.Bt) の破断伸びについて検討する。

2 実験計画

本試験では破断伸び性能に影響を及ぼすと考えられる以下のパラメータを設定した。

- 鋼種：ABM400, ABM490

鋼材の種類として, SNR400, SNR490 の違いがあり, 破断伸び性能に影響する。

- ナット数：シングル, ダブル

ねじ山せん断破壊の影響を調べるためシングルナットとダブルナットの場合を比較する。

- 上端ねじ部長さ：3d, 4.5d

遊びねじ長さが変化することによる破断伸び性能に対する影響を考察する。

- ねじの呼び：M24, M36

文献1)で提案される試験体に基づいた場合, ねじ部最大引張耐力 P_{seu} に対するねじ山せん断耐力 P_{stu} の比率 (P_{stu}/P_{seu}) が, 公差(寸法許容範囲)内であっても M24 では 1 を下回り, ねじ山せん断破壊が生じる可能性がある。一方, M36 では 1 を上回っており, ねじ山せん断破壊が生じないと予想される。よって M24 と M36 の 2 種類の呼び径をパラメータとして設定し, その影響を検証する。

- ねじ製造メーカー

ねじ製造メーカーの違いにより生じる寸法誤差の影響により, ねじ山せん断破断耐力とねじ部最大引張耐力の関係が変化すると考えられるため, 異なるメーカーをパラメータ (以降, A 社・B 社とする) として設定しその影響を検証する。

本実験で用いた試験体の形状および寸法を図1に示し, 使用する A.Bt (丸鋼) の材料試験結果を表1に併記する。

表1 丸鋼の材料試験結果

		降伏強さ σ_y (N/mm ²)	引張強さ σ_u (N/mm ²)	降伏比 YR (%)	一様伸び ϵ_u (%)	破断伸び ϵ_f (%)
ABM 400	M24 (A社)	305	461	67.9	23.7	32.4
	M24 (B社)	279	425	65.6	23.9	31.8
	M36 (A社)	298	459	64.9	21.6	30.1
	M36 (B社)	278	417	66.6	21.5	32.9
ABM 490	M24 (A社ロット1)	313	559	55.9	15.6	25.0
	M24 (A社ロット2)	311	555	56.0	18.3	25.4
	M24 (B社)	325	556	58.5	17.0	23.7
	M36 (A社)	340	540	62.9	16.1	26.7
	M36 (B社)	346	543	63.7	17.0	27.8

A.Bt セット計 21 組 (各 2 本) に表 2 に示すようなパラメータを設定する。アムスラー試験機を用いて載荷を行う。

3 実験結果と考察

3.1 実験結果

引張試験結果 (最大耐力 P_{emax} , 破断伸び, 破断位置を示し, 数値は 2 本の平均) の一覧を表 2 に示し, 実験より得られた荷重 P 平均軸歪 ϵ_{ave} 関係を図 2 に示す。ねじ部が軸部に先行して降伏し, その後ねじ部のひずみ硬化により耐力が上昇し, 軸部が降伏することで荷重一定で変形が進む。下側をシングルナットとしたものは, 文献 1) と同様に, ねじ山の有効せん断面積が小さく, ねじ山のせん断破断が生じてしまったため, 十分伸び性能を發揮できなかった。M36 では公差を満足すれば, ねじ山でせん断破断が生じないと予測されていたが, A・B 社とも公差を超える寸法誤差がアンカーボルトにあり, そのことが影響したと考えられる。下側をダブルナットとした場合にはナット (めねじ) の有効高さが大きくなり, ねじ山の有効せん断面積が増加したことにより, ねじ山せん断破断を防止し, 7~10% 程度の伸び性能を發揮した。

3.2 最大耐力の評価

下付, A.Bt 軸部, ねじ部それぞれの最大引張耐力 P_{bu} , P_{seu} , およびねじ山の最大せん断耐力 P_{stu} を算出したものを表 2 に併記している。これを見ると, 寸法誤差を考慮することで計算から想定される破断位置と実験結果が良く対応することがわかる。ただし, ねじ山せん断破

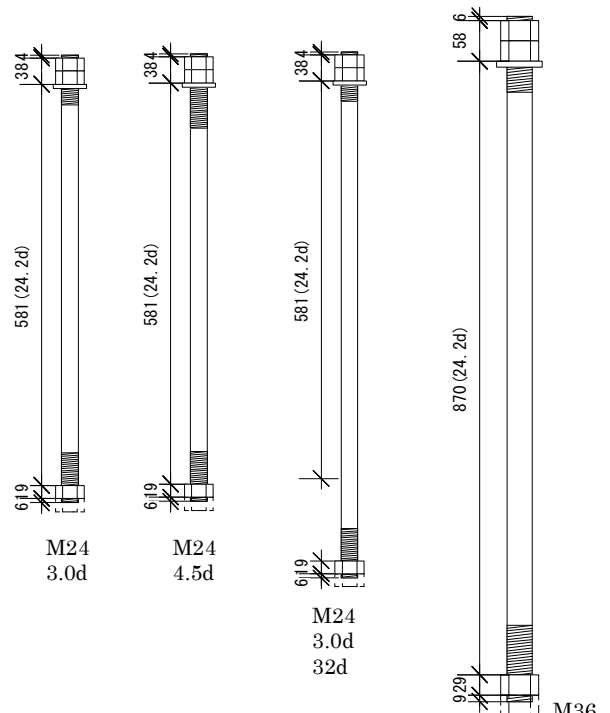


図1 A.Bt の形状および寸法

壊が生じる際には計算耐力 P_u より実験耐力 P_{emax} が 1~2 割程度小さくなる場合もあった。

3.3 破断伸び性能の評価

材料試験で得られた破断伸びを基に引張試験の破断伸びを文献 1) で提案された方法で評価し、引張試験で得られた破断伸びとの比較を行う。このとき、ねじ部破断時の軸部伸びを ϵ_b 、材料試験の一樣伸び時点のひずみを ϵ_u 、材料試験の破断伸び時点のひずみを ϵ_f とする。なお、得られた ϵ_b の値は ABM400 で M24 の A 社 5.25% B 社 4.52%，M36 で A 社 4.84% B 社 4.97%，ABM490 で M24 の 昨年 の A 社 3.94% 今年 の A 社 3.71% B 社 3.66%，M36 で A 社 3.60% B 社 3.74% である。

最大耐力まではねじ部と軸部で伸びが生じ、それ以降は破断が生じる方のねじ部のみに局所的な伸びが生じる。引張試験で A.Bt に生じたひずみ分布を単純化したものを図 3 に示す。よって、引張試験で想定される破断伸び δ_{ut} は L_{s1} ：ねじ部有効長さ（図 3 の上下のうち長い方）、 L_{s2} ：ねじ部有効長さ（図 3 の上下のうち短い方）とする

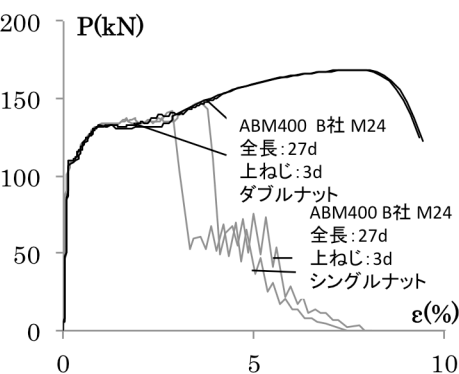


図 2 荷重-歪関係

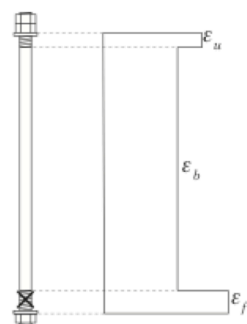


図 3 A.Bt 破断時歪分布図

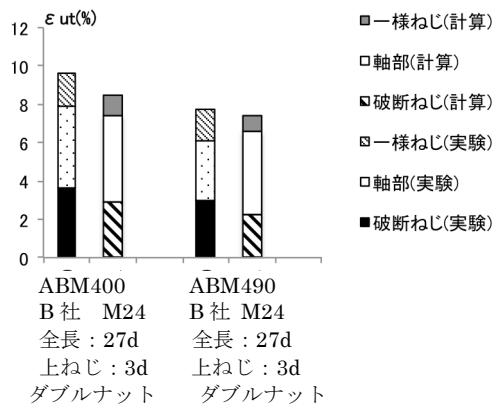


図 4 ϵ_{ut} の実験値と計算値の比較

と、 $\delta_{ut} = L_{s1} \epsilon_f + L_b \epsilon_b + L_{s2} \epsilon_u$ と表せる。同式において、第 1 項が破断した側のねじ部伸び、第 2 項が軸部伸び、第 3 項が破断しない側のねじ部伸びを表している。以上により、計算した引張試験の伸び ϵ_{ut} ($= \delta_{ut} / L_e$) と実験値を比較する。 ϵ_{ut} の各部の成分について実験値と計算値の比較した例を図 4 に示し、 ϵ_{ut} に関する全ての実験値と計算値の比較を図 5 に示す。ABM シリーズでは、ねじ部での伸びを小さく評価しているため、実験で得られた破断伸びに比べて想定した破断伸びが小さく現れているが、概ね良い対応を示している。

4 結

今回得られた丸鋼の材料試験を基に引張試験の破断伸び性能を予測するための評価式は、丸鋼の材料試験の結果のみを用いて引張試験の破断伸び性能を予測することができると考えられる。

参考文献

- 1) 長谷川隆：露出柱脚を有する鉄骨構造骨組の地震時応答性状，構造工学論文集 vol.46B，2003.3

表 2 試験体一覧と試験および考察結果

種類	呼び径	ナット数 A.Bt				製造メーカー	実験値			計算値			$\frac{P_{emax}}{P_u}$	
		上	下	全長	ねじ長さ		P_{emax} (KN)	破断伸び (%)	破断位置	P_{bu} (KN)	P_{seu} (KN)	P_{stu} (KN)		
ABM400	M24	2	1	27d	3.0d	A	165	5.60	ねじ山	211	175	<u>169</u>	0.98	
						B	145	3.25	ねじ山	193	<u>162</u>	<u>162</u>	0.90	
		2	2	27d	3.0d	A	175	10.0	ねじ部	211	<u>175</u>	208	1.00	
						B	168	9.35	ねじ部	193	<u>162</u>	205	1.04	
	M36	2	1	27d	3.0d	A	359	4.10	ねじ山	471	389	<u>365</u>	0.98	
						B	356	4.10	ねじ山	430	355	<u>354</u>	1.01	
ABM490	M24	2	1	27d	3.0d	A	196	3.65	ねじ山	254	212	<u>205</u>	0.96	
						B	168	1.50	ねじ山	252	211	<u>208</u>	0.81	
			2	2	27d	3.0d	A	207	7.90	ねじ部	254	<u>212</u>	253	0.98
							B	214	7.10	ねじ部	252	<u>212</u>	261	1.01
		2	1	27d	4.5d	A	200	4.45	ねじ山	254	212	<u>205</u>	0.98	
						B	211	8.00	ねじ部	254	<u>212</u>	253	0.99	
			2	2	27d	4.5d	A	210	7.35	ねじ部	253	<u>212</u>	266	0.99
							B	216	6.95	ねじ部	252	<u>212</u>	262	1.02
	M36	2	1	27d	3.0d	A	416	3.15	ねじ山	554	458	<u>446</u>	0.93	
						B	442	3.60	ねじ山	558	462	<u>461</u>	0.96	
		2	2	27d	3.0d	A	463	7.55	ねじ部	554	<u>458</u>	549	1.01	
						B	479	7.80	ねじ部	559	<u>462</u>	567	1.04	

注 1) 下線は耐力計算値の最小値を示す。

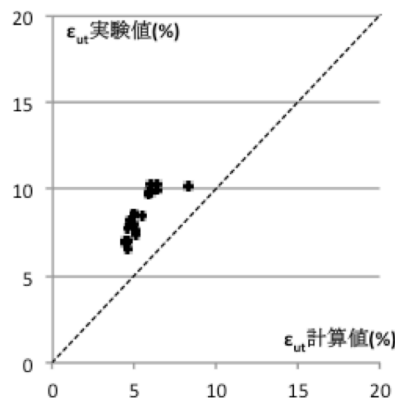


図 5 破断伸び性能に関する評価値と実験値の比較