

国土交通省仕様配管肉厚計算式による銅管とアルミ管の数値の比較検討

●銅管の場合

＜直管の計算式＞

単位:mm

平成12年度版の国土交通省機械設備管理指針にて肉厚変更。

従来はR22のガスが 新冷媒に変わる→特に設備用マルチエアコンはR407Cになるとの考え。(RACはR-410A)

そこで R407Cの設計圧力を使用した。設計圧力2.98Mpa、曲げ半径3Do(以前と変わらず)、腐しろ0(以前は0.2を足す)。

更にJIS普通級公差のプラスマイナスのうち、マイナス側の数値を上乗せ。最後に単位を切り上げる。

その計算式は下記となる。一般用被覆銅管肉厚は、直管は1/2H材の許容引張応力数値(61N/mm²)を引用するが、国土交通省仕様は、O材での許容引張応力数値(33N/mm²)の数値を引用する。

高圧ガス保安法 冷凍保安規則関係例示基準23.6.4曲げをする管(内面に圧力を受ける場合)

必要肉厚計算式

曲げ有 $t = P D_o / (2 \sigma_a \eta + 0.8 P) * (1 + D_o / 3 R)$

$$t = \frac{P D_o}{2 \sigma_a \eta + 0.8 P} \left(1 + \frac{D_o}{3 R} \right)$$

t : 管の最小厚さ(mm)
P : 設計圧力 4.3(MPa)
Do: 管の外径(mm)
 σ_a : 材料の許容引張応力度(N/mm²)
 η : 溶接継手の効率 1
R : 管の中心線における曲げ半径(mm)

	項目	単位	数値
t	必要肉厚	mm	下表
P	設計圧力	Mpa	2.98
Do	管の外径	mm	下表
σ	引張許容応力	N/mm ²	下表
η	溶接効率	1	1
α	腐れしろ	mm	0
R	曲げ半径	mm	下表

		管外径 Do	6.35	9.52	12.70	15.88	19.05	22.22	25.40	28.58	31.75	34.92	38.10
		曲げ半径 R	25.4	38.08	50.8	63.52	76.2	88.88	101.6	114.32	127	139.68	152.4
		許容引張応力 σ	必要計算肉厚 t										
銅管	O材	33.0	0.300	0.449	0.600	0.750	0.899	1.049	1.199	1.349	1.499	1.649	1.799
JIS許容差足す			0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.18	0.18	0.18	0.18
計			0.400	0.549	0.700	0.900	1.049	1.199	1.349	1.529	1.679	1.829	1.979
切り上げ数値			0.80	0.80	0.80	1.00	1.05	1.20	1.35	1.55	1.70	1.85	2.00

＜巻物の計算式＞

直管は○材の数値で計算で計算されているので、巻物も同じ計算式で下記となる。

管外径 Do	6.35	9.52	12.70	15.88	19.05
曲げ半径 R	25.4	38.08	50.8	63.52	76.2
	必要計算肉厚 t				
	0.300	0.449	0.600	0.750	0.899
JIS許容差	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15
計算値	0.400	0.549	0.700	0.900	1.049

ただし、一般仕様被覆銅管の管厚(R-410A)の肉厚計算式が下記であり、既に広く一般的に使用されている。

* 一般仕様被覆銅管の肉厚(高圧ガス保安法の23.6.1の内面に圧力を受ける管の計算式である)

- ① 内面に圧力を受ける管の計算式で、曲げの計算式を使用しない。
- ② R-410Aの冷媒ガスを対応としているため、4.3MPaの設計圧力計算値である。
- ③ 腐れしろは、同じように0である。
- ④ JIS許容差のプラスをしない。

管外径 Do	6.35	9.52	12.70	15.88	19.05
曲げ半径 R	25.4	38.08	50.8	63.52	76.2
	必要計算肉厚 t				
計算値	0.393	0.590	0.786	0.983	1.180
現行仕様数値	0.80	0.80	0.80	1.00	1.20

つまり、一般品の肉厚品の巻物の肉厚は、国土交通省仕様の○材の肉厚計算値をクリアしていることから、現行の国土交通省仕様の巻物肉厚は、上記黄色の肉厚数値となっている。

ただし、断熱材(被覆材)の肉厚に関しては、

巻物は、20mm厚品とする。(液側に使用する場合は、6.25と9.52は、8mm厚品、それ以外は10mm厚品でも使用することができる)

直管も20mm厚品とする。(液側に使用する場合は、上記緑色の銅管であれば、

19.05以下の銅管については、9.52は8mm厚品、それ以外は10mm厚品を使用することができる)

上記国土交通省仕様は日本銅センター規格:JCDA0009;2018を引用している。

●現在のアルミ管の場合の肉厚計算値

アルミ管の場合は、現在口付けの考えは無いので、巻物と直管に分けて肉厚計算する。

巻物	JIS H 4080 A3003-TDS-O	許容引張応力	125度の場合	20N/mm2
----	------------------------	--------	---------	---------

直管	JIS H 4080 A6063 TDS-T83	許容引張応力	125度の場合	49N/mm2
----	--------------------------	--------	---------	---------

* A6063 TDS-T83の許容引張応力は、A6063 TDS-T6とA6063 TDS-T83の引張強さが、JIS H 4080 箇条5, 3機械的性質、表4ー引抜管の機械的性質により、同等(225N/mm2以上)であることから、同等の49N/mm2とする。

APEA1001の巻物の肉厚

	管外径 Do	6.35	9.52	12.70	15.88
	曲げ半径 R	25.4	38.08	50.8	63.52
	許容引張応力 σ	必要肉厚計算 t			
	3003 20.0	0.629	0.942	1.257	1.572
腐れしろ0.2を足す		0.829	1.142	1.457	1.772
切り上げ数値		0.85	1.15	1.50	1.80

APEA1001の直管の肉厚

	管外径 Do	19.05	22.22	25.40	28.58	31.75	34.92	38.10
	曲げ半径 R	76.2	88.88	101.6	114.32	127	139.68	152.4
	許容引張応力 σ	必要肉厚計算 t						
	6063T83 49.0	0.808	0.942	1.077	1.211	1.346	1.480	1.615
腐れしろ0.2を足す		1.008	1.142	1.277	1.411	1.546	1.680	1.815
切り上げ数値		1.05	1.15	1.30	1.45	1.55	1.70	1.85

参考に、アルミ管を銅管と同じように、直管も含めて全てをO材(3003の数値)で、現行の国土交通省方式での肉厚計算をした場合。

	管外径 Do	6.35	9.52	12.7	15.88	19.05	22.22	25.4	28.58	31.75	34.92	38.1
	曲げ半径 R	25.4	38.08	50.8	63.52	76.2	88.88	101.6	114.32	127	139.68	152.4
	許容引張応力 σ	必要計算肉厚 t										
	アルミ O材 20	0.484	0.725	0.967	1.210	1.451	1.692	1.935	2.177	2.418	2.660	2.902
JIS許容差足す		0.1	0.1	0.1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.18	0.18	0.18	0.18
腐れしろ0.2を足す		0.784	1.025	1.267	1.560	1.801	2.042	2.285	2.557	2.798	3.040	3.282
切り上げ参考検討数値		0.80	1.05	1.30	1.60	1.85	2.05	2.30	2.60	2.80	3.05	3.30

以上