

## 一、前言：

船級法規主要為船級協會依據海事安全相關國際規章及船舶適航國之國內法規所制定的技術法規。新船建造時均會委請船級協會監造與檢驗，確認並證明該艘船舶在一定的期限內符合法規。尤其最近公司業務偏向公務船及國籍商船，大部分的船舶都需要有 CR(財團法人中國驗船協會)船級的參驗及發證。故為求檢驗順利，除了研讀廠家圖說外，更是需要把船級法規當作是工具書查詢是否有相關規定需要遵循，以利交驗順遂。

## 二、實例應用分享：

### 案例一

於現場交驗管徑 32A 之滑油管系管段試壓時，其工作壓力為 150KG，測試壓力達到 210KG，卻沒有在做完時實施非破壞液滲透檢驗(PT)抽測，經查後發現該管路壓力於 CR 船級法規 VII-1.6.2 內規定如下：

1.6.2 每一系統之圖樣說明，應附所有管路之材料表，包含管之大小、管壁厚度、最大工作壓力與材質等級，以及其閥和附件之型式、尺寸、額定壓力和材質。若用於過熱蒸汽時，則應標示其溫度。

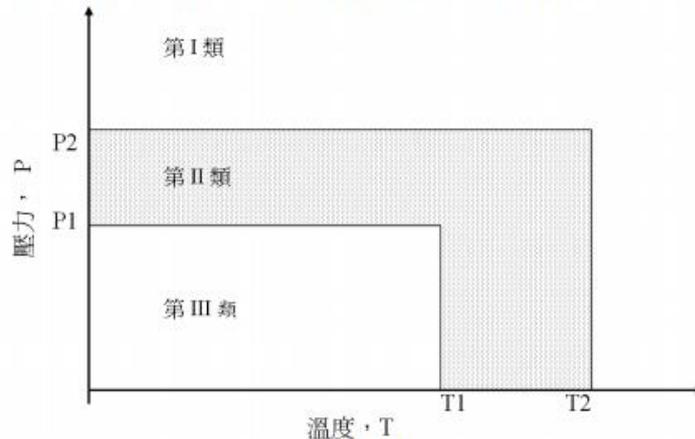


圖 VI 1-1  
管之分類

表 VI 1-1  
管之分類

管系統用途	I 類 $P > P_2$ (MPa) 或 $T > T_2$ (°C)	II 類 如圖 VI 1-1， 介於 I 類及 III 類之間	III 類 $P \leq P_1$ (MPa) 及 $T \leq T_1$ (°C)
腐蝕性煤質	無特殊防護	具有特殊防護 <sup>(1)</sup>	不適用
毒性煤質	全部	不適用 <sup>(2)</sup>	不適用 <sup>(2)</sup>
可燃煤質加熱至閃點以上或閃點低於 60°C 液化氣體	無特殊防護	具有特殊防護 <sup>(1)</sup>	開放端之管 <sup>(3)</sup>
貨油	不適用	不適用	全部 <sup>(4)</sup>
蒸汽	1.6      300	任何壓力-溫度合成條件 不屬於第 I 或 III 類者	0.7      170
熱油	1.6      300		0.7      150
燃料油 潤滑油 可燃液壓油	1.6      150		0.7      60
其他煤質 <sup>(5)</sup>	4.0      300		1.6      200

附註：

- (1) 減少洩漏機率之安全防護及限制其後果：  
即管導入內部液體洩漏之場所，不會造成潛在危險，或損害周圍區域，包括集管道、遮護、屏障等。
- (2) 第 II、III 類管不應供毒性煤質用。
- (3) 開放端之管(排洩、溢流、通氣、排廢氣管線、鍋爐逸放管)與 T 無關，屬於第 III 類。
- (4) 液貨管屬於第 III 類。
- (5) 其他煤質包括水、空氣、氣體及不燃性液壓油。

因工作壓力已超出 1.6 MPa(約 16Kg)，故其屬於 I 類管。

管路銲接之非破壞檢測要求規定於 CR 船級法規內 XII-5.8.3 如下：

表 XII 5-9  
管路銲接非破壞檢驗

管路類別	標稱直徑 (mm)	檢驗範圍	
		對接銲道	填角銲道
		RT或UT	MT 或 PT
I	>65	全部	全部
	≤65	選擇	選擇
II	>90	選擇	選擇
	≤90	不需要	不需要

註：RT = 放射線檢驗  
 UT = 超音波驗  
 MT = 磁粉探傷檢驗  
 PT = 液滲透檢驗

附註：選擇檢驗至少應作所有銲道之20%。

- (b) 本中心得考慮銲接之程序、銲接之材料或管路之材料而要求作其他特定之非破壞檢驗。
- (c) 於非破壞檢驗發現缺陷時，應按驗船師同意之方式修理。所有修理銲道，應使用相關之試驗方法予以檢驗。

因 I 類管管徑小於 65mm，故應至少抽測所有銲道之 20%，向設計反應經其確認後，發現該管單件為新增之修改管段，於系統內尚未設定非破壞檢測抽測，現已設定完成，並補做該次試壓管段之非破壞檢測，該案結案。

## 案例二

船段噴砂後，船東發現銅鎳管被噴砂噴損如下圖所示。

因質疑其噴損已造成其強度不足，要求更換管段，與船東討論過後，決定以 CR 船級法規 VI 2-2 章 管之強度中的算式驗證其目前厚度是否符合原設計強度。

1. 將損傷銅管與未損傷之銅管厚度量測比較如下：

(1) 公稱管徑 15A(20mm) JIS H3300 C7060T 之銅管厚度

a. 無噴損

b. 有噴損



(2) 公稱管徑 50A(57mm) JIS H3300 C7060T 之銅管厚度

a. 無噴損

b. 有噴損



2. 厚度之標準:

(1) 根據 CR 規定計算該系統要求之銅鑲管厚度:

該系統為海水管系，其最高設計壓力為 SW10 系統;16 Kg(1.6 MPa)

如下：

SW 10 消防海水、彈藥庫灑水 Fire S.W. & ammunition room Spray W.	50 以上	銅鑲管 C7060T	依第 4 節規 定提供	JIS 10K 法蘭或 套管 JIS 16K 法蘭或 套管	銅鑲	JIS 10K 法蘭	青銅	T 字頭鐸接 支管
	15-40					JIS 16K 法蘭		

並帶入 CR 算試如下

### 2.2.2 管壁厚度之計算

下列規定適用於外徑對內徑之比不超過 1.7 之管。壓力直管或壓力彎管之管壁厚度計算，應不少於下式所得值：

$$t = t_0 + b + c$$

式中：

t = 最小計算厚度。 mm

t<sub>0</sub> = 由下列基本公式所計算之管壁厚度。 mm

$$t_0 = \frac{P \cdot D}{2k \cdot e + P}$$

P = 設計壓力。 MPa

D = 外徑。 mm

k = 容許應力。 N/mm<sup>2</sup>

e = 效率因數。

(i) e = 1 無縫鋼管及製造廠生產之有縫鋼管，其有縫鋼管經認可認為同等於無縫鋼管。

(ii) 其他有縫鋼管，由本中心依使用情況與電銲程序而考慮其效率因數。

b = 彎曲裕度。 mm

c = 腐蝕裕度如表 VI 2-1 與 VI 2-2 所示。

表 VI 2-2  
非鐵金屬管之腐蝕裕度，C

管之材料	C (mm)
銅，黃銅及類似合金，銅錫合金不含鉛成份者	0.8
銅鎳合金 (含鎳 ≥ 10%)	0.5

容許應力(k)如下圖所示，為 275N/mm<sup>2</sup>

非鐵金屬之 JIS 規格 (20/58)

銅及銅合金無縫管之機械性質 (續)

JIS H 3300-1984

合金 號碼	類別	記號	抗拉試驗				硬度試驗		
			外徑 mm	壁厚 mm	抗拉強度 N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	伸長率 %	壁厚 mm	洛氏硬度	
								HR30T	HR15T
C2800	O	C2800T-O C2800TS-O	10以上250以下	1以上15以下	315(32)以上	35以上	—	—	—
	OL	C2800T-OL C2800TS-OL	10 " 250 "	1 " 15 "	315(32)以上	35 "	0.8以下 0.8以上者	60以下	—
	1/2H	C2800T-1/2H C2800TS-1/2H	10 " 250 "	1 " 6 "	375(38) "	15以上	—	55以上	—
	H	C2800T-H C2800TS-H	10以上100以下	1以上6以下	450(46) "	—	—	—	—
C4430	O	C4430T-O C4430TS-O	5以上250以下	0.8以上10以下	315(32) "	30以上	—	—	—
C6870 C6871 C6872	O	C6870T-O C6870TS-O	5以上50以下	0.8以上10以下	375(38) "	40以上	—	—	—
		C6871T-O C6871TS-O	50以上250以下	0.8以上10以下	355(36) "				
		C6872T-O C6872TS-O							
C7060	O	C7060T-O C7060TS-O	5以上50以下	0.8以上5以下	275(28) "	30 "	—	—	—
C7100	O	C7100T-O C7100TS-O	5以上50以下	0.8以上5以下	315(32) "	30 "	—	—	—
C7150	O	C7150T-O C7150TS-O	5以上50以下	0.8以上5以下	365(37) "	30 "	—	—	—
C7164	O	C7164T-O C7164TS-O	5以上50以下	0.8以上5以下	430(44)以上	30以上	—	—	—

經計算如下

15A(20mm) JIS H3300 C7060T 之銅管厚度最小需求：

$$t(\text{最小厚度})=t_0+b+c=\frac{1.6*20}{2*275*1+1.6}+0(\text{彎曲裕度無，因為直管})+0.5=0.558$$

mm

50A(57mm) JIS H3300 C7060T 之銅管厚度最小需求:

$$t(\text{最小厚度})=t_0+b+c=\frac{1.6*57}{2*275*1+1.6}+0(\text{彎曲裕度無，因為直管})+0.5=0.665$$

mm

(2) CR 的標準厚度如下圖:

表 VI 2-5  
銅與銅合金管之最小管壁厚度

外徑 D (mm)	銅	銅合金
8.0-10.0	1.0	0.8
12.0-20.0	1.2	1.0
25.0-44.5	1.5	1.2
50.0-76.1	2.0	1.5
88.9-108.0	2.5	2.0
133.0-159.0	3.0	2.5
193.7-267.0	3.5	3.0
273.0-457.2	4.0	3.5

附註:  
(1) 外徑與管壁厚度由 ISO 標準中選用。  
(2) 根據國家標準或國際標準的直徑和厚度可被接受。

### 3. 驗證後結論:

經量測厚度後，其銅鎳管厚度被噴砂後並沒有對管壁厚度造成影響，

且根據設計壓力及 CR 最小管壁厚度計算，現階段管壁厚度如下。

15A(20mm) JIS H3300 C7060T 管壁厚度: 1mm > 最小管壁厚度: 0.558mm

50A(57mm) JIS H3300 C7060T 管壁厚度: 1.5mm > 最小管壁厚度: 0.665mm

皆能滿足其設計及船級要求，該案結案。

上述結果以報告方式呈現給船東後，船東同意該噴損管段不需更換，

僅後續需要注意保護銅鎳管段，不要再次發生噴損的情況。

### 三、 結論

於此二次案例，都可以發現在有船級法規能夠作為依據時，不論是測試方式缺漏或管路噴損後的使用，皆因有憑有據，使船東都能在船廠提出說明後接受船廠說法，並認可通過交驗。

尤其 CR 的船級法規為中文版本，比起其他船級社的英文版本更是好懂許多，十分推薦做為剛開始接觸檢驗時的工具書，且 CR 船級法規也有英文版本可以作為對照，懂關鍵字後再去延伸查詢其他船級社的法規會更好上手。

每艘船建造中的檢驗與驗證都非常重要，除了需要依照圖說及船廠 SPAIS 外，更需要遵守該船入籍的船級社法規，以使該船在交付後能保障船員航行上的生命安全，並讓船東能夠放心營運，才是整個檢驗最重要的目的。