

波浪型彈性墊圈之應用—— 套焊接頭間隙之確保

塑化工務部經理室創意圈

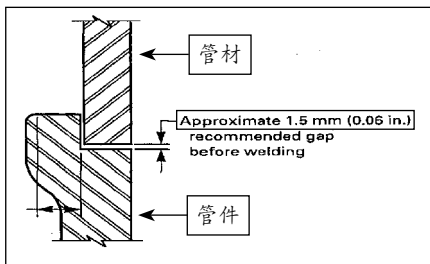
一、前言：

套焊是管路連接的許多方法之一當採用套焊時，ASME 法規要求管材與套焊管件底部須保持一個間隙，用來確保焊接處不因管材軸向膨脹而承受應力；若未確保此間隙，可能會在焊道根部產生裂縫，危害製程安全。

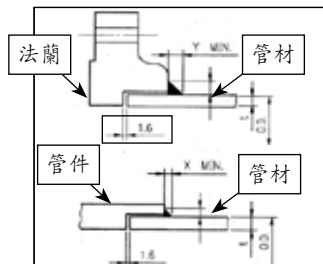
套焊雖不被視為是高強度焊接，惟涉及製程安全，不可輕忽，故如何確保套焊接頭之間隙，是值得重視的課題。

二、相關法規規定：

ASME B16.11 及企業配管工程規範 E00521 皆規定，套焊接頭須保持約 1.6mm(1/16") 之間隙。



ASME B16.11



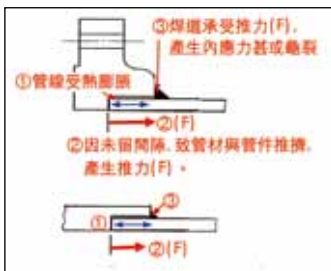
E00521 企業配管工程規範

三、未確保套接間隙問題點探討：

1. 未確保套接間隙可能產生異常說明

類別	時機	可能產生之異常
1) 未留間隙	焊接過程	管材焊接受熱，可能產生軸向膨脹使焊道承受應力(殘留應力)，甚或龜裂。
	製程運轉	(1) 製程溫度壓力使焊接時產生之龜裂延伸致洩漏。 (2) 製程溫度，使管材產生軸向膨脹，使焊道承受應力甚或龜裂，或應力腐蝕龜裂(SCC)。
2) 間隙過大	製程運轉	製程流體可能於間隙過大處產生渦流，造成渦蝕。

2. 內應力示意圖



四、異常案例：

某廠於歲修完成重新開車期間，發現反應器頂部之 2” x 800LB 低合金鋼閥短管焊道龜裂洩漏，影響製程安全，造成開車延後。

經 PT、RT 及 PMI 等檢測，並取樣進行金相試驗，發現係因短管套焊未留間隙，管材因焊接及製程中受熱產生軸向膨脹，使焊道承受應力，致焊道於製程中發生應力腐蝕龜裂(SCC)而洩漏。

1. PT 檢測

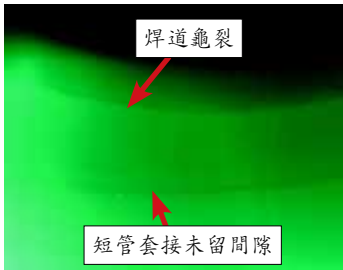


(1) 某廠 2" x 800LB A182Gr.F11 低合金鋼閥，歲修後重開車期間，套銲短管銲道洩漏。

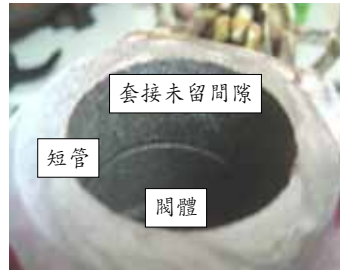


(2) 切除後，經 PT 檢測發現套接短管之焊道龜裂，造成洩漏。

2. RT 及目視檢查

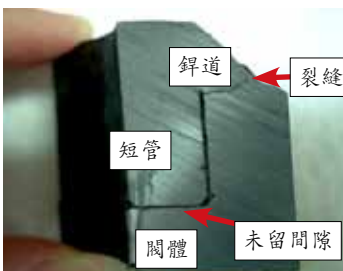


(3) 經 RT 檢測，發現除焊道發生龜裂外，其他位置並無異常；短管套接時未依規定預留間隙。

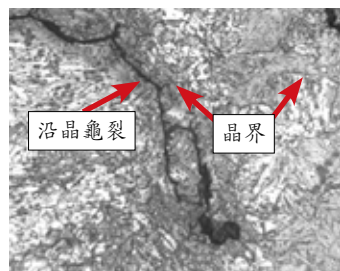


(4) 切除後，目視檢查發現短管套接時未依規定預留間隙。

3. 金相檢查



(5) 於裂縫處取樣，其剖面的情形。



(6) 經金相檢查，發現裂紋為沿晶龜裂，研判為應力腐蝕龜裂 (SCC)。

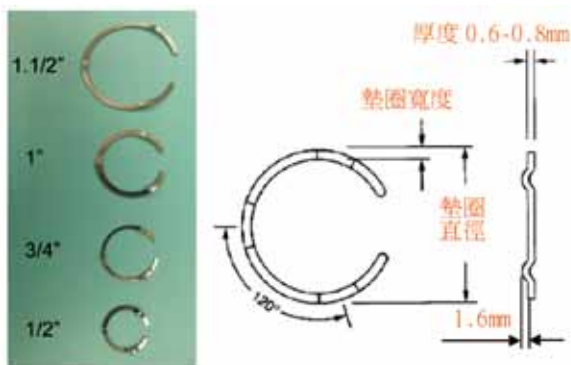
五、波浪型彈性墊圈產品介紹：

由美國 G.A.L Gage company 開發製造，用以改善套接間隙易發生不足或過大缺失及提升施工效率、減輕監造負荷，其產品規格、特色如下：

1. 材質：不銹鋼 316SS，耐腐蝕，可適用於石化廠等。
2. 規格：1/4” ~4”，可適用於不同管厚內徑。
3. 墊圈具彈性，可穩固固定於管內，避免掉落。
4. 直接置入套焊管接口底部，即可確保間隙，施工簡便。
5. 常用規格及企業料號

項次	材料編號	規 格
1	WASFLB63	1/2"IDx7/8"ODx0.6mmt
2	WASFLB64	3/4"IDx1.1/8"ODx0.6mmt
3	WASFLB65	1"IDx1.3/8"ODx0.8mmt
4	WASFLB66	1.1/2"IDx2"ODx0.8mmt
5	WASFLB67	2"IDx2.5/8"ODx0.8mmt

6. 波浪型彈性墊圈外形



六、套接間隙確保之施工方法介紹及比較：

1. 傳統畫線量測法

- (1) 先將管材插入管件到底，然後於管材上畫線後微微抽出，再丈量確認間隙約 1.6mm，點焊固定後焊接。



(1) 管材插入到底後畫線



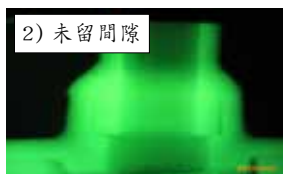
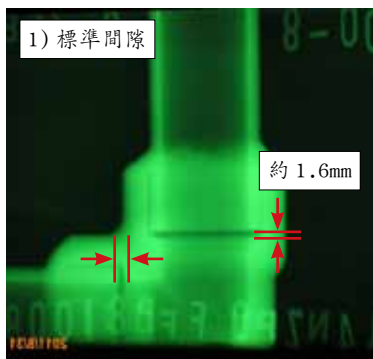
(2) 微微抽出後、丈量、點焊。

說明：(1) 須兩人協同作業，作業較不簡便。

(2) 易發生未依程序施工，造成未留間隙或間隙過大。

(2) 傳統畫線量測法施工結果

利用 RT 檢測，確認傳統畫線量測法之施工結果，發現易發生未留間隙或間隙過大之異常。



2. 波浪型彈性墊圈定位法

- (1) 新工法，先將墊圈置入管件接口底部，再將管材插入到底，逕行焊接即可確保間隙約 1.6mm。



(1) 將墊圈放入管件接口內。

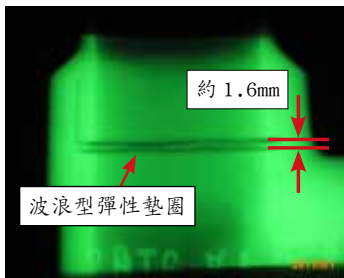


(2) 再將管材插入到底，即可焊接。

說明：一人即可施作，較傳統工法簡便及節省工時

(2) 波浪型彈性墊圈定位法施工結果

- ① 間隙均一，無太大或不足等異常。
- ② RDS#2 復原工程施作，品質控管良好。



3. 墊圈定位法與畫線量測法優缺點比較

項目 \ 施工方式	波浪型彈性墊圈法	畫線量測法
施工便利性	直接放置，數秒即可完成，作業快速	需 2 人協同作業，畫線、量測及點焊固定，施工較不便
施工品質	直接置入墊片，即可確保間隙約 1.6mm，施工品質佳	易發生未依程序施工，造成未留間隙或間隙太大等異常
其他	組立前目視檢查即可確保品質，減少監造負荷及洩漏風險	易發生偷工情形，增加監造負荷及管線洩漏風險

七、建議：

波浪型彈性墊圈定位法，不僅可提升套焊管線施工效率，且可避免套接間隙太大或不足情形，可有效確保套焊焊接品質。

本部承辦之 RDS#2 復原工程，使用墊圈定位法，效果良好，且只要在組立前以目視檢查即可確保組立間隙，已推廣至所有承辦工程使用，並已納入本部規範。

建議可推廣至企業各工程單位參考使用，以確保套焊管線工程品質，降低洩漏風險。