

圖 12(a)

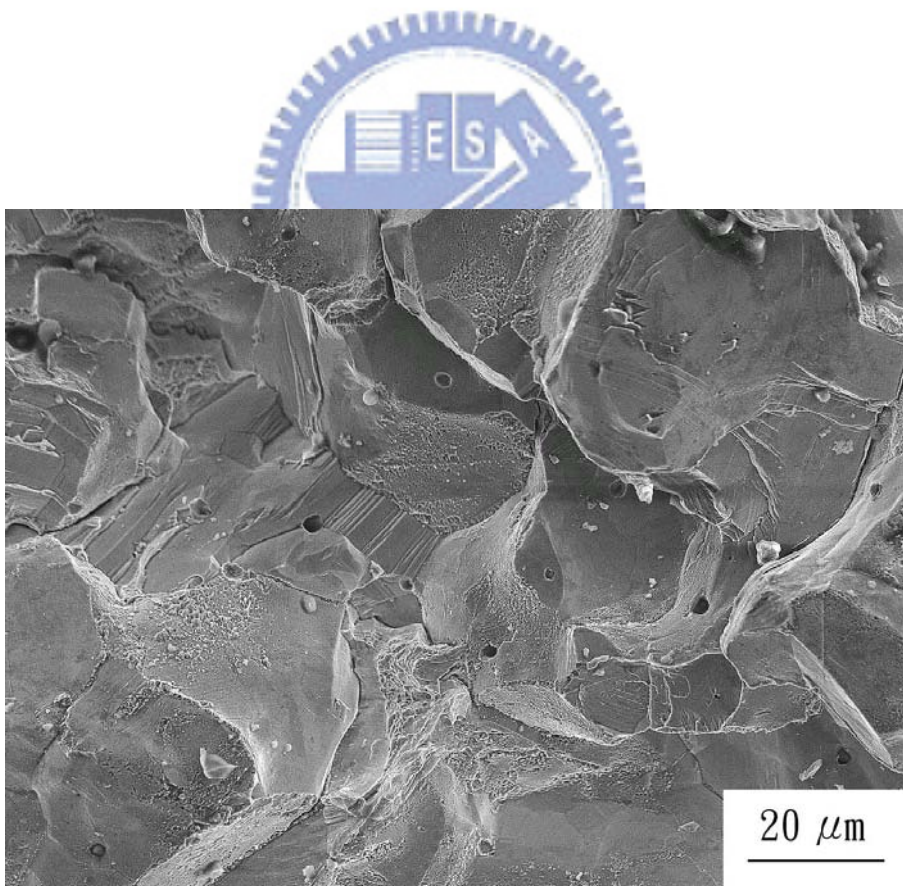


圖 12(b)

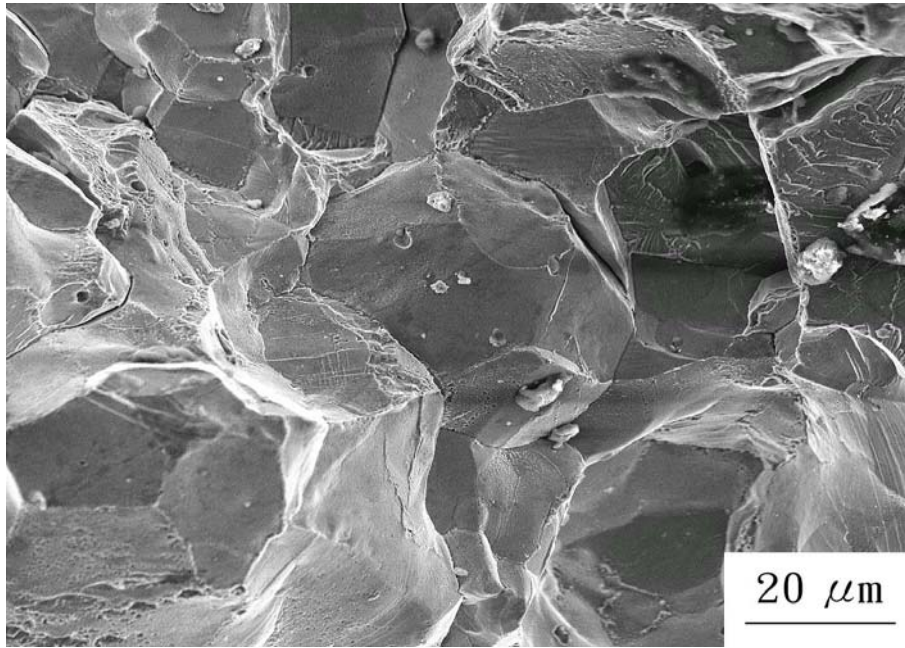


圖 12(c)

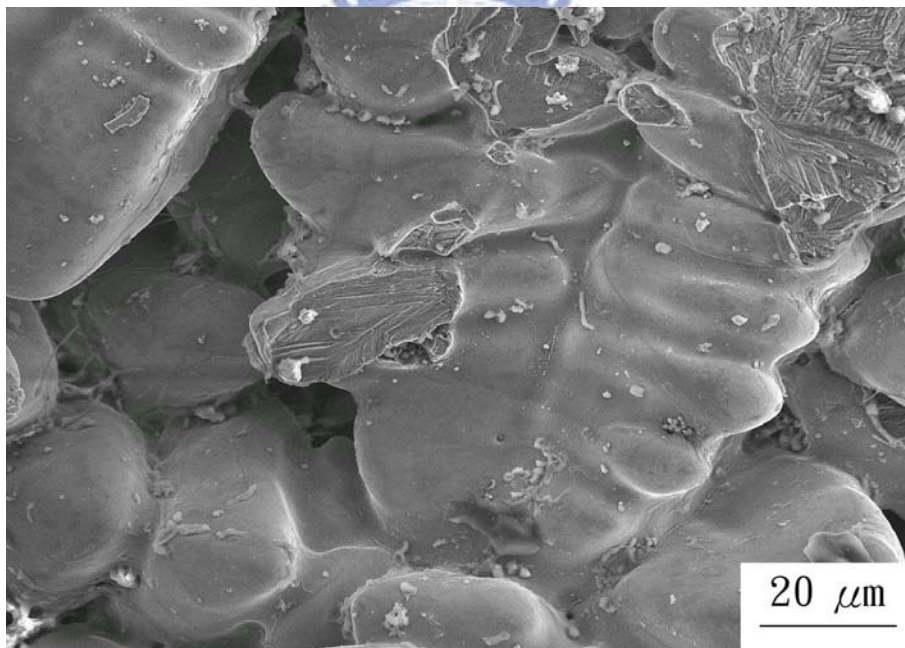


圖 12(d)

圖 12. 鑄造試片固溶熱處理後再經過 850°C、6 小時時效熱處理之橫截面掃描式電子顯微鏡照片 (a) 低倍率照片 (b) 取自試片外部照片 (c) 取自試片中部照片 (d) 取自試片內部照片。

圖 13 到圖 16 分別為熱軋試片固溶熱處理後經不同溫度時效熱處理之掃描式電子顯微鏡照片。可以預期的是，經過軋延過後的試片由於內部的樹枝狀結晶被破壞，故其內部的微結構及成份較為均勻，不會像鑄造試片內部有過多的溶質原子堆積在晶臂間。在鑄造試片中，這些溶質原子固然會因為固溶熱處理而使其晶臂間濃度梯度下降，但仍會存在一定程度的濃度梯度，因為如此，一些脆性的析出物，如  $\kappa$ -碳化物，也特別容易在此晶臂間析出；而晶粒內部對於差排有阻擋效應的細微析出物， $\kappa'$ -碳化物，卻變的更少，因此造成鑄造試片中均傾向以脆性的穿晶破斷及延晶破斷為主。綜觀其上，熱軋試片因擁成份均勻的優點，所以不管是經過固溶熱處理的試片或是加上各個相同條件時效熱處理的試片，熱軋試片均呈現更好的延展性。

如圖 12(a)，整個熱軋試片橫截面均佈滿了密密麻麻的酒窩狀凹洞，顯示此軋延試片的延展性非常好。以更高倍數的電子顯微鏡可以觀察更清楚的圖像，如圖 13(b)、圖 13(c) 和圖 13(d)均呈現深且密的酒窩狀凹洞。

軋延試片在經過  $550^{\circ}\text{C}$ 、6 小時的時效處理後，如圖 14(a) 到圖 14(d)，酒窩狀凹洞均比沒做過時效處理時的軋延試片

程度上來的少及淺，可以知道延展性正在下降中。而比較軋延試片經過 650°C、6 小時的時效處理可以發現除了內部及中央酒窩狀凹洞又更淺、更稀疏外，靠近試片邊緣的破斷行為已經開始參雜了穿晶的破斷及非常淺的凹洞，如圖 15 所示，顯示在此時效條件下已經開始有脆性破斷的行為發生。

值得注意的是，將時效溫度再升高到 850°C、6 小時後，因試片內部的微孔洞在第一階段破裂時來不及發展成很完整的酒窩狀凹洞即被拉斷，甚者還可以看到一些微裂縫已經產生。在試片中央的情形更嚴重，在酒窩狀凹洞形成前就被拉斷。而靠試片邊緣的地方則同樣受到快速破斷的影響，維持一貫的穿晶破斷，其現象如圖 16 所示。綜合以上，可以發現軋延試片在經過各個時效熱處理後，破斷行為以延性的酒窩狀凹洞為主，隨著時效溫度上升，輔以稍具脆性的穿晶破斷。

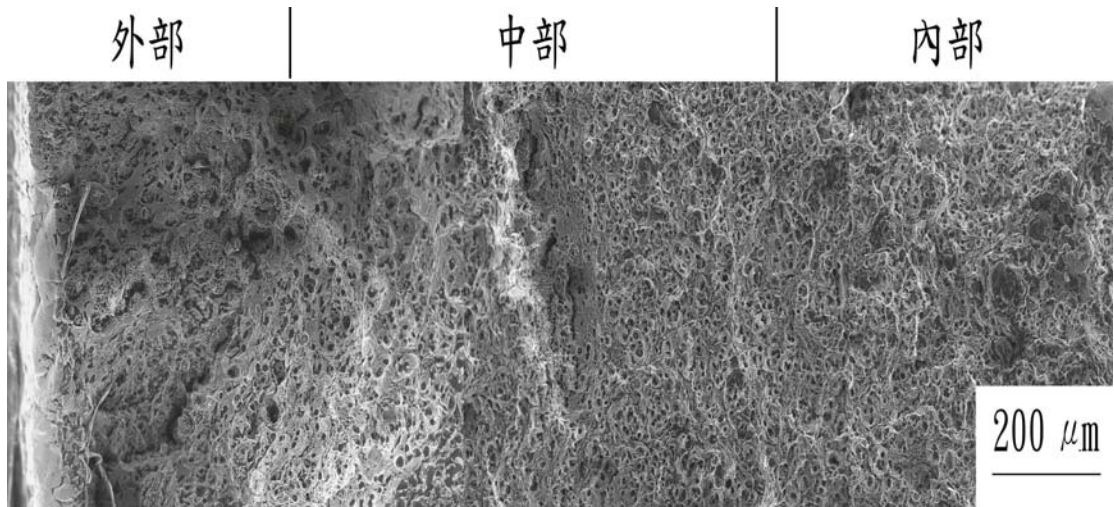


圖 13(a)

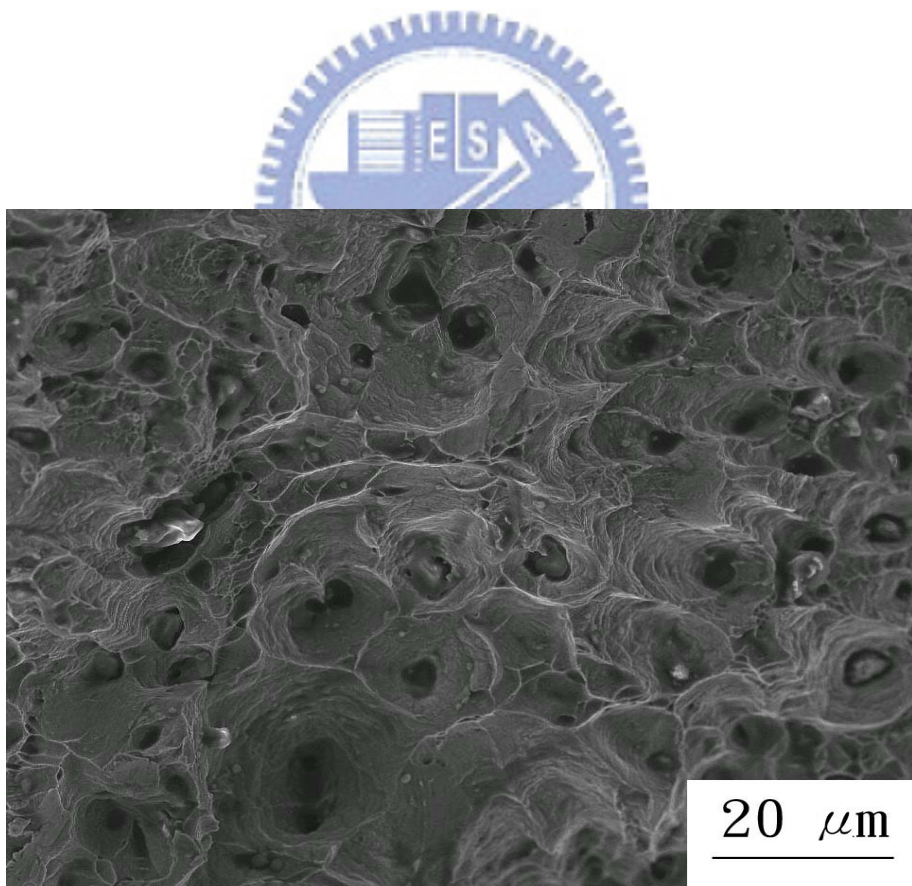


圖 13(b)

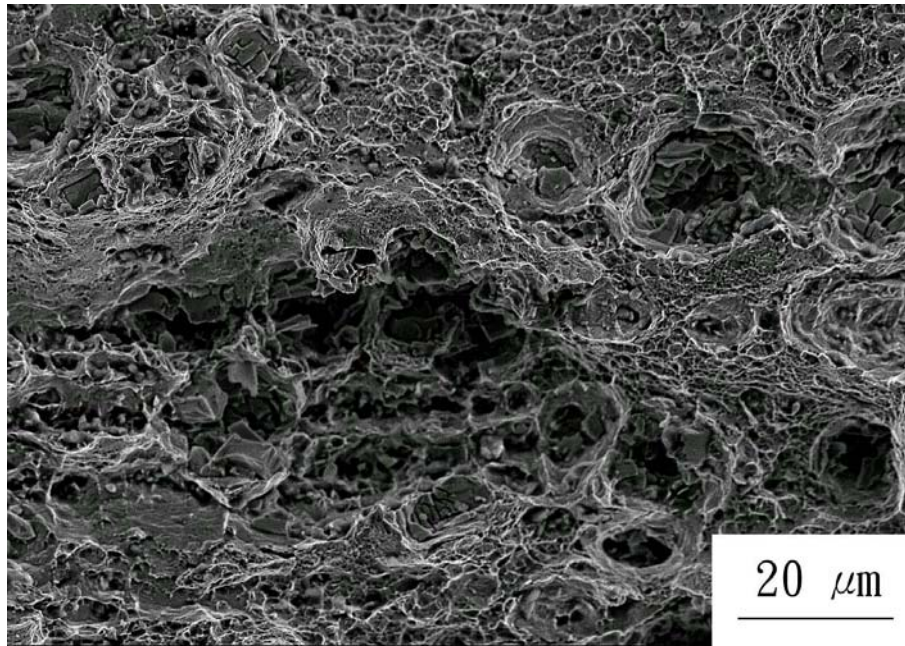


圖 13(c)

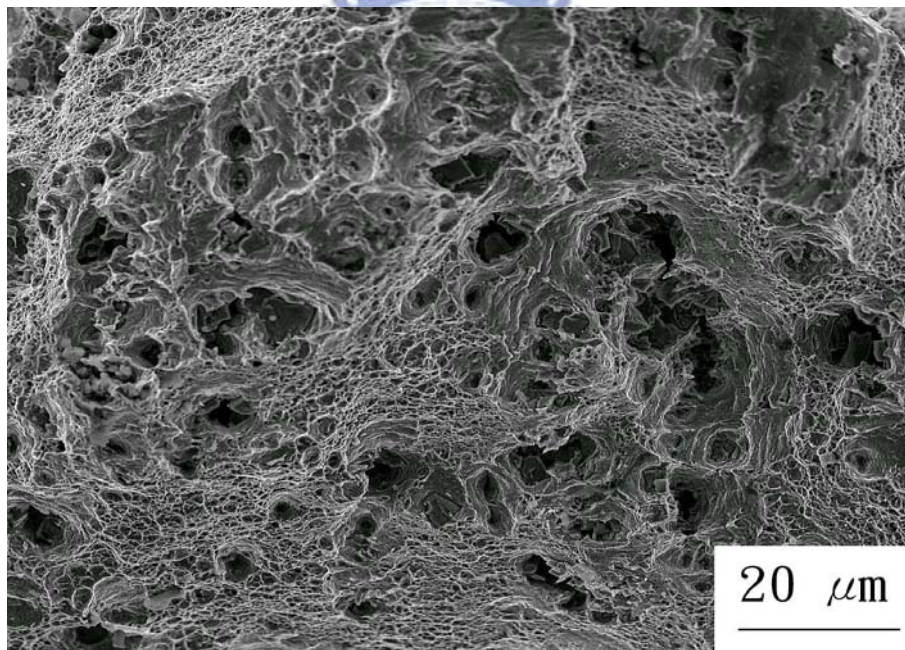


圖 13(d)

圖 13. 軋延試片經固溶熱處理後橫截面之掃描式電子顯微鏡照片 (a)低倍率照片 (b)取自試片外部照片 (c)取自試片中部照片 (d)取自試片內部照片。

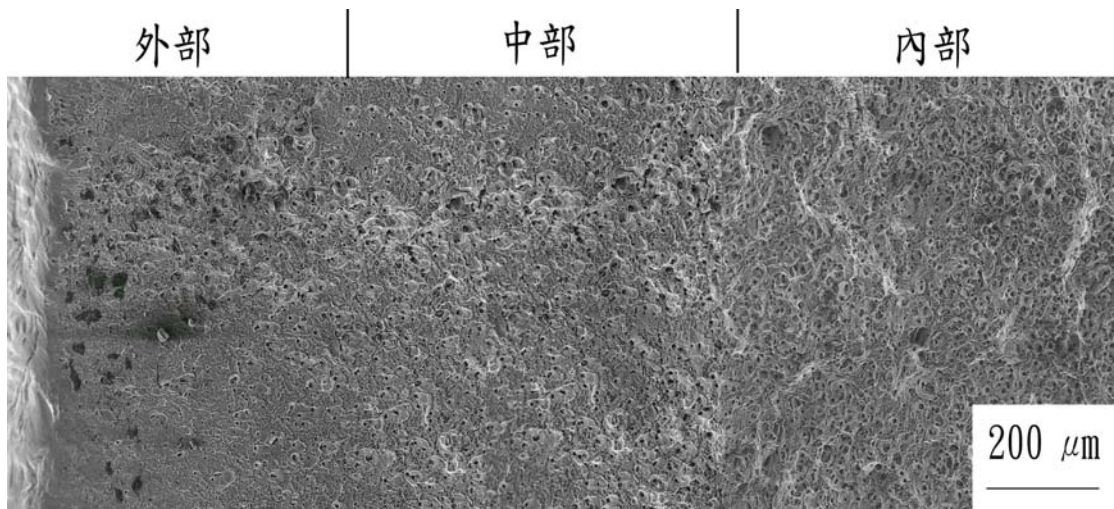


圖 14(a)

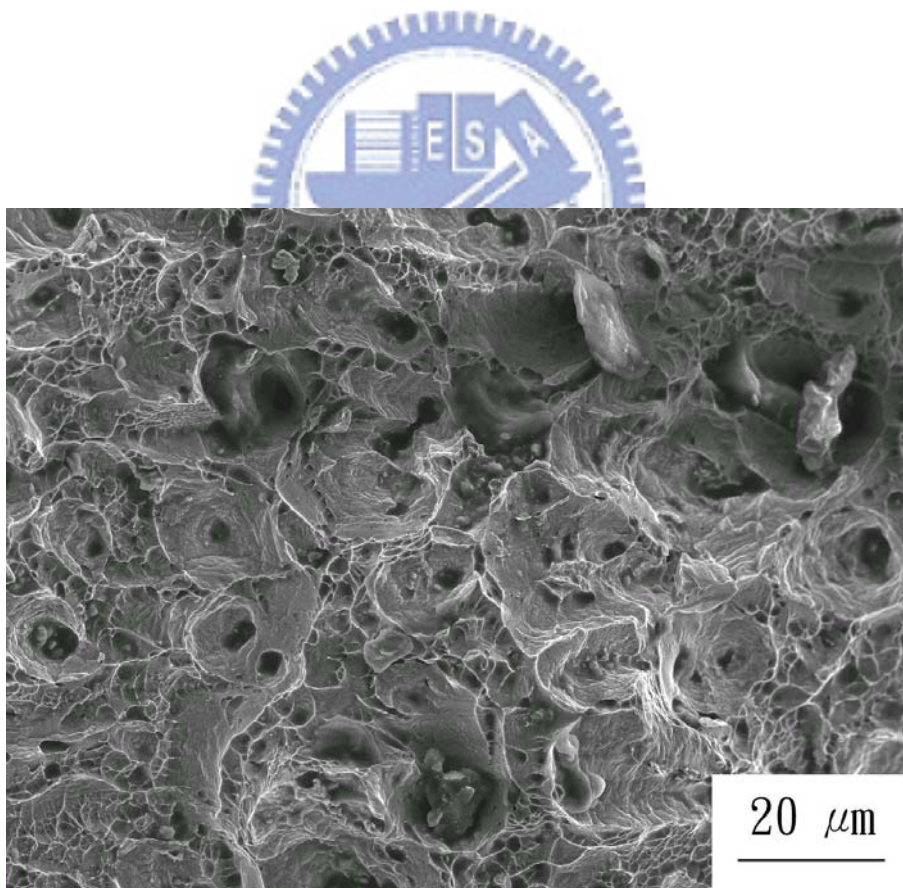


圖 14(b)

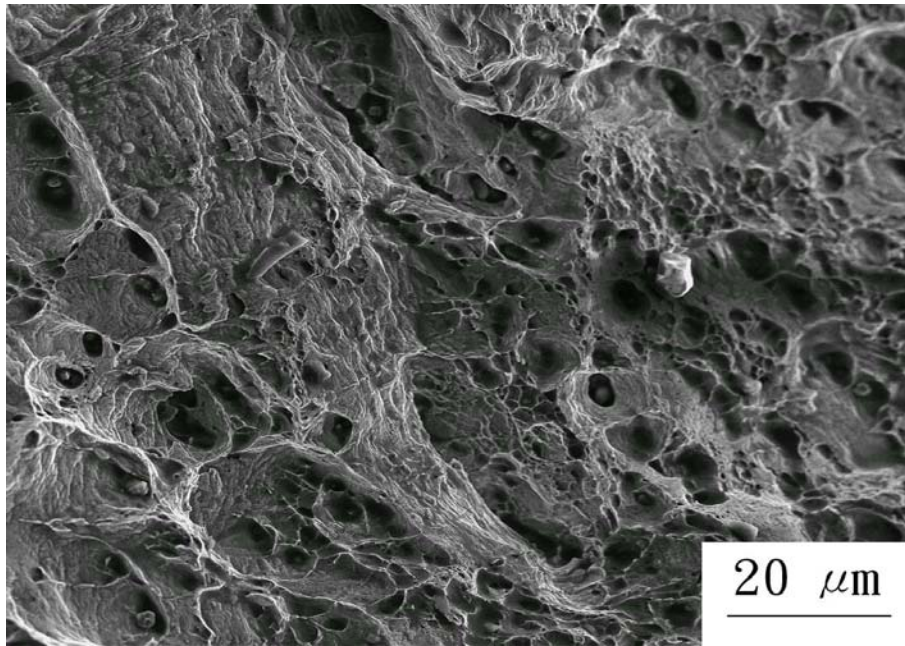


圖 14(c)

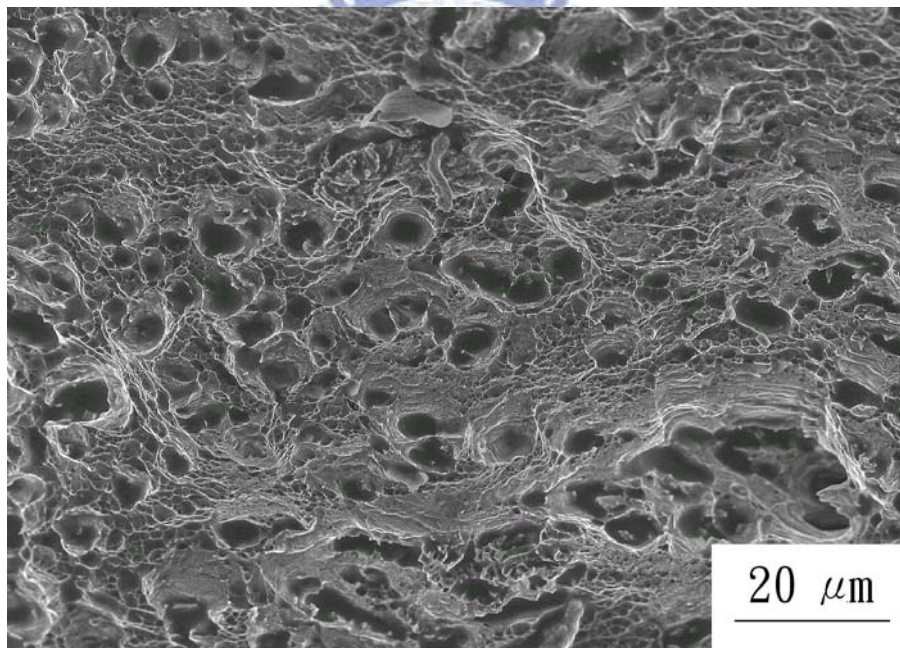


圖 14(d)

圖 14. 軋延試片固溶熱處理後再經過 550°C、6 小時時效熱處理之橫截面掃描式電子顯微鏡照片 (a) 低倍率照片 (b) 取自試片外部照片 (c) 取自試片中部照片 (d) 取自試片內部照片。



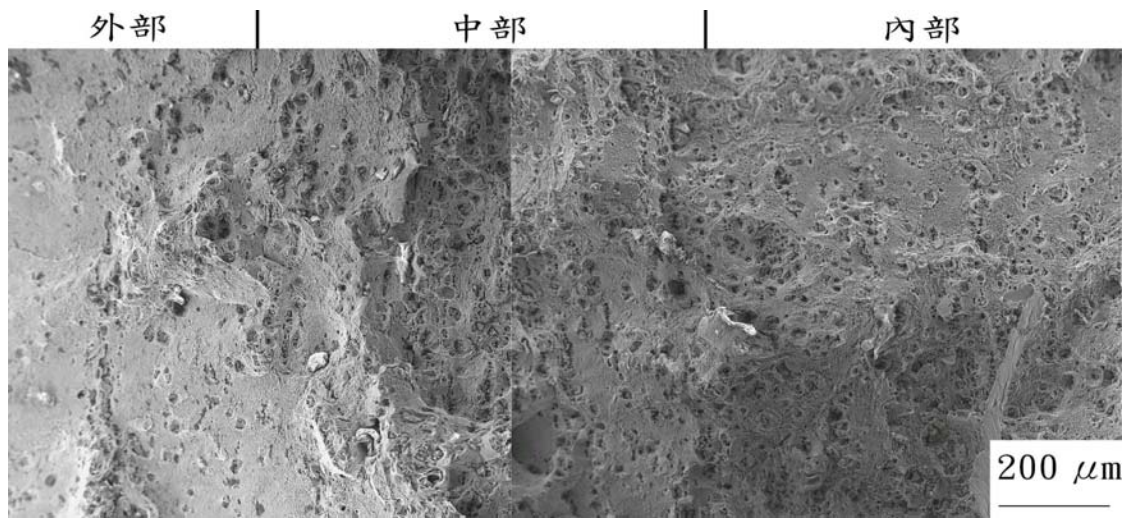


圖 15(a)

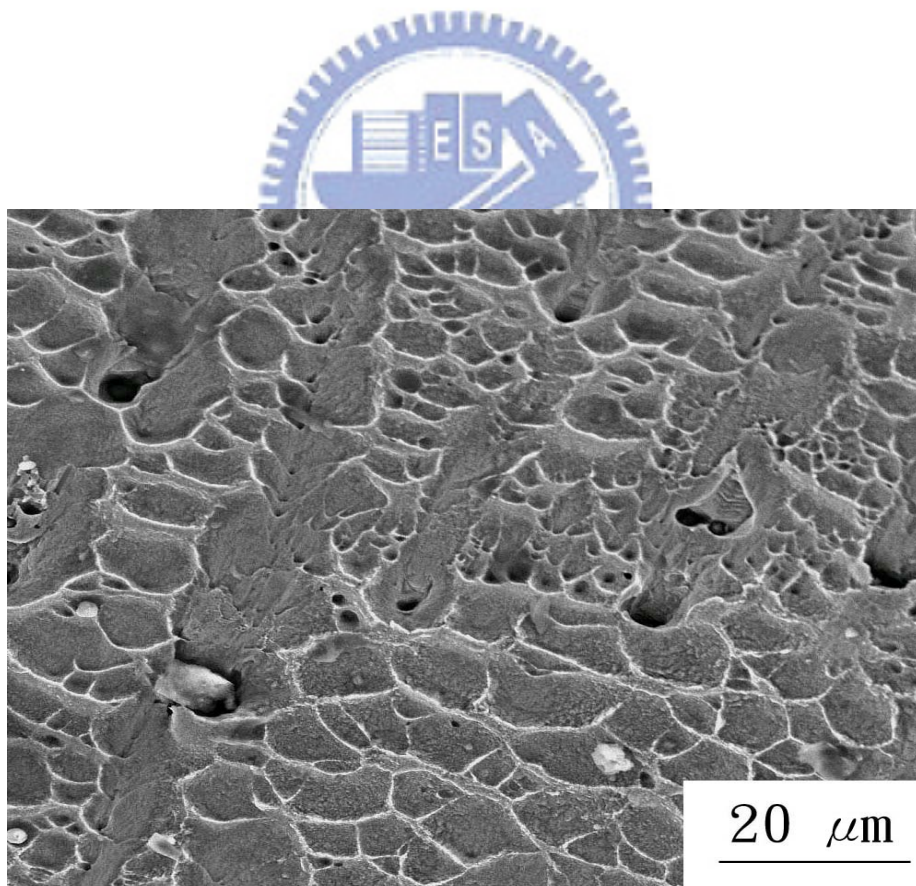


圖 15(b)

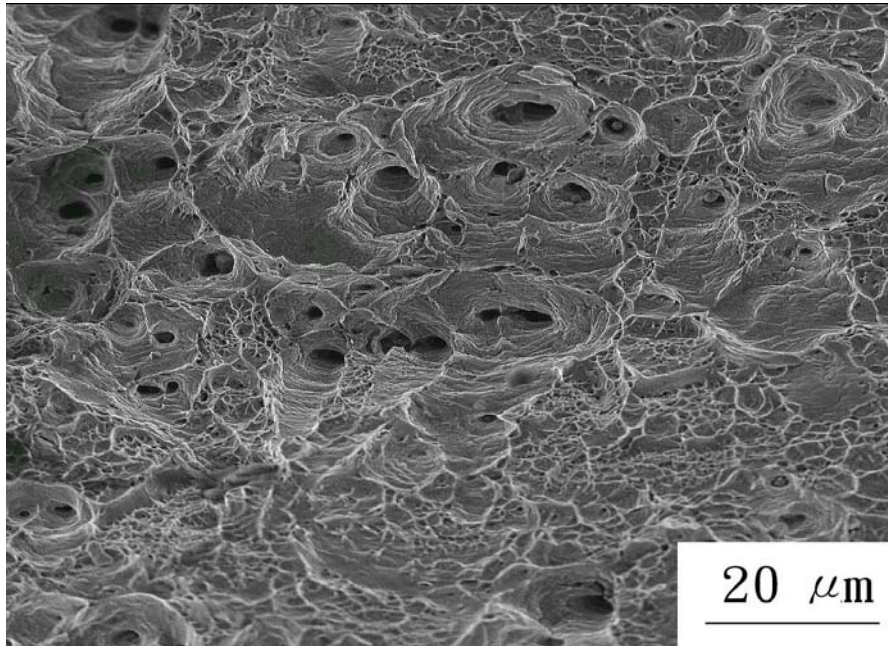


圖 15(c)

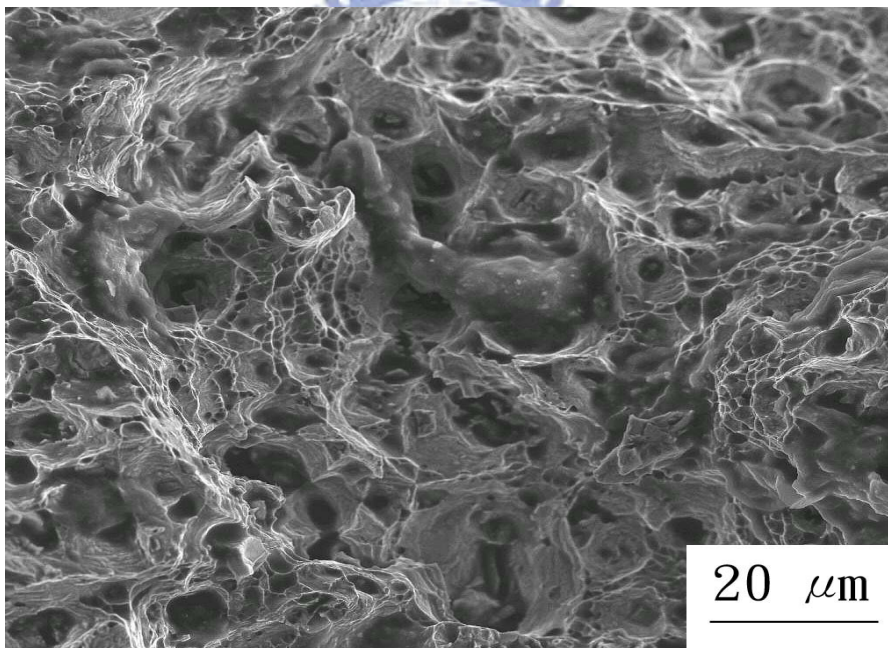


圖 15(d)

圖 15. 軋延試片固溶熱處理後再經過 650°C、6 小時時效熱處理之橫截面掃描式電子顯微鏡照片 (a) 低倍率照片 (b) 取自試片外部照片 (c) 取自試片中部照片 (d) 取自試片內部照片。

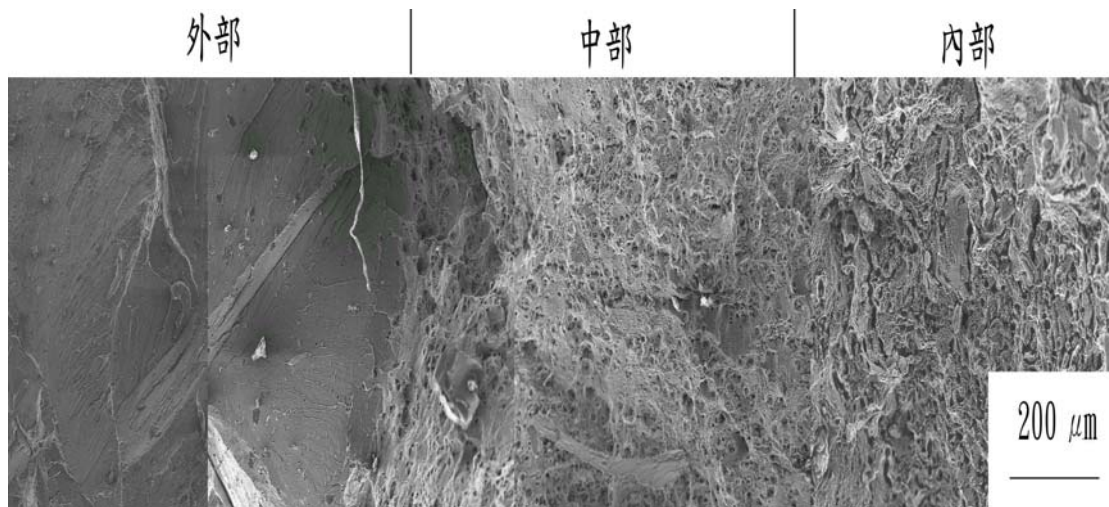


圖 16(a)

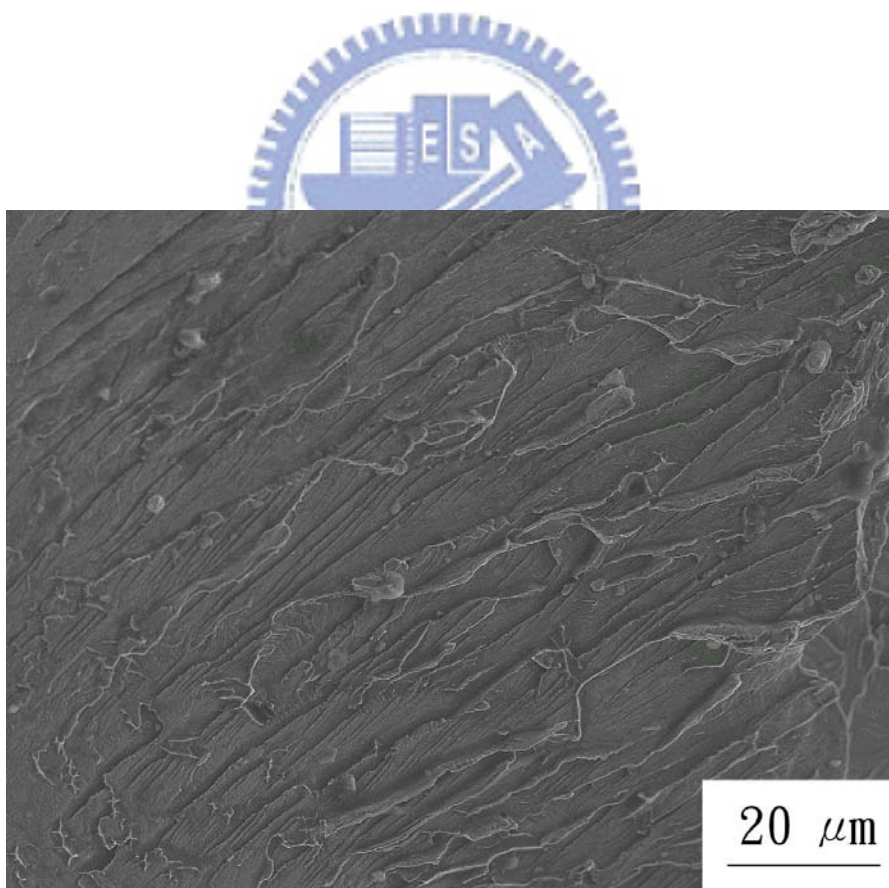


圖 16(b)

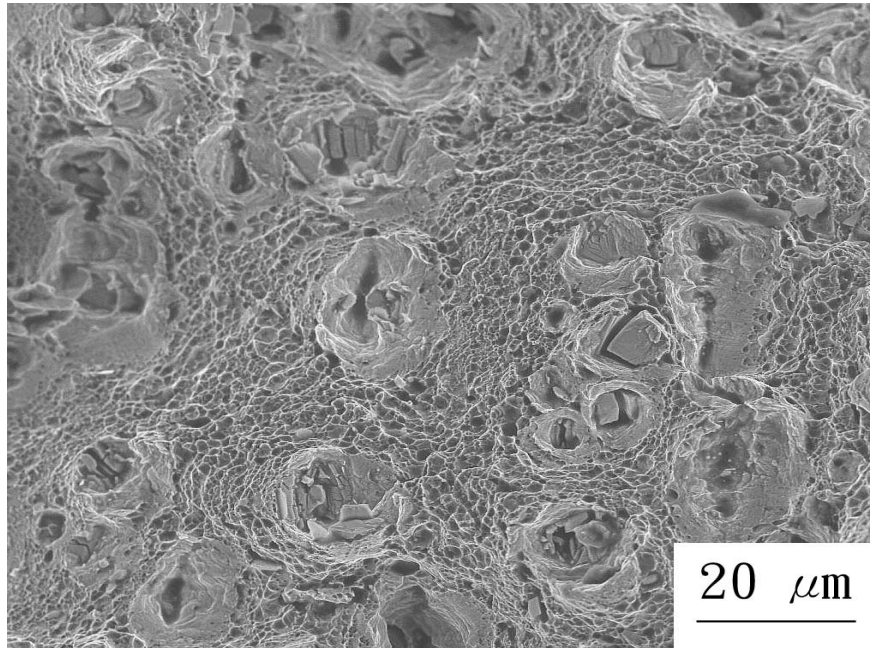


圖 16(c)

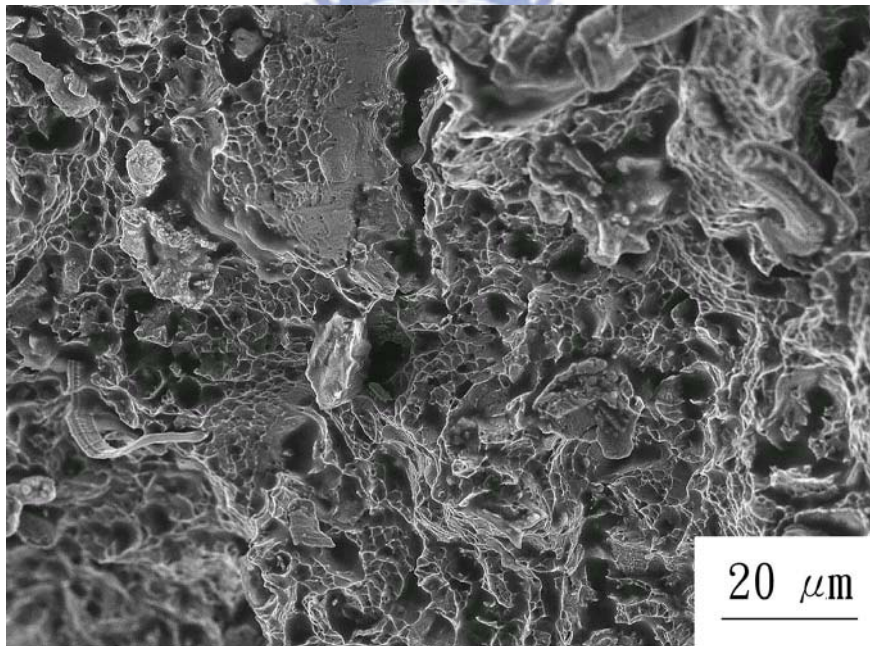


圖 16(d)

圖 16. 軋延試片固溶熱處理後再經過 850°C、6 小時時效熱處理之橫截面掃描式電子顯微鏡照片 (a) 低倍率照片 (b) 取自試片外部照片 (c) 取自試片中部照片 (d) 取自試片內部照片。