

(587) 極低温疲れ試験装置の概要と運転状況

金属材料技術研究所 〇緒形俊夫 平賀啓二郎 中曾根祐司
 石川圭介 長井 寿 由利 哲美

1. 緒言

極低温における材料の信頼性を高めるためには、液体ヘリウム中での疲れ試験を行ない構造材料の疲労寿命等を把握することも必要である。しかし極低温においては試験片が発熱し易いため、数ヘルツ程度の繰返し応力で長時間の疲労試験を行なわざるを得ない。従来行なわれてきた試験片を液体ヘリウムに浸漬し、蒸発分を補給する方法では、液体ヘリウムの消費量が相当量に達するか再液化設備が大規模なものになってしまう。これらの諸問題を解決し液体ヘリウム中での長時間の疲労試験を行なうため、閉ループ再凝縮方式を採用した極低温疲れ試験装置を導入し順調な運転を行なっているのを報告する。

2. 装置の概要

Fig.1 に概略図を示す。図中央のヘリウム冷凍機(冷凍能力20W)により、ヘリウムのミス物が作られ右の疲労試験機(最大動的荷重±5ton)クライオスタット内の再凝縮器に寒冷として送られる。液体ヘリウムが注入されたクライオスタットは試験中完全に密封され、蒸発したヘリウムは液面直上に位置する再凝縮器により、再び液体に戻されるため、ヘリウム液面は一定に保たれる。この2つの閉ループ形成により、外部からの水、空気等の不純物の混入は全くなく、長時間連続運転が可能となっている。

3. 運転状況

本装置は長時間運転を考慮して設計され熱交換器等の熱容量が大きいこともあり、常温から起動後、Fig.1 の定常状態の温度まで冷却しクライオスタットを封じ切るまでが最も労力を要する。操作手順の改善と液体窒素による予冷を限度い、ばいまで行なってきた結果 Fig.2 に示すように、起動後約6時間で封じ切り疲れ試験を開始できるようになった。冷凍機内温度が定常状態に落ち着き冷凍能力が十分働いた後は非常に安定性が高く、冷凍運転中の試験片交換も可能で、液体ヘリウムを補給後再度封じ切り試験を開始するまで約2時間で行なえるようになった。現在に至るまで300時間以上の連続冷凍運転を達成しており、今後さらに長時間の疲れ試験運転を行なう予定である。

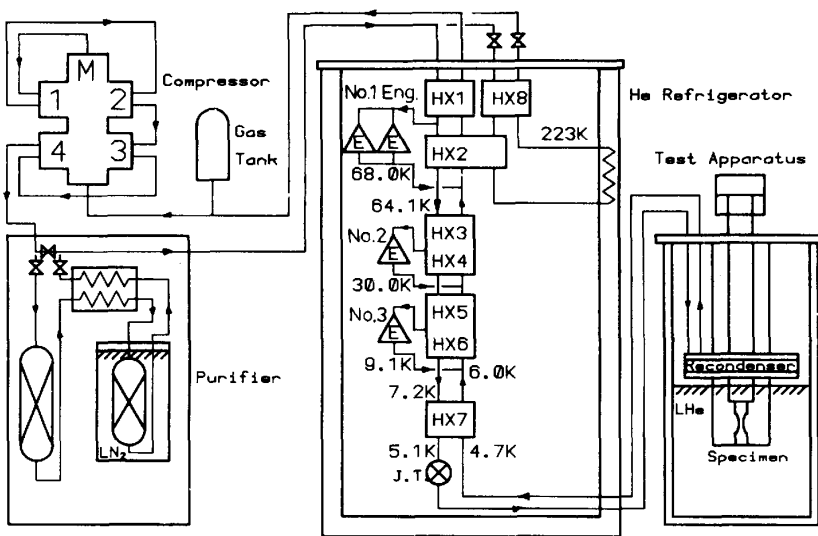


Fig.1 Re-condensing type cooling system for fatigue testing machine

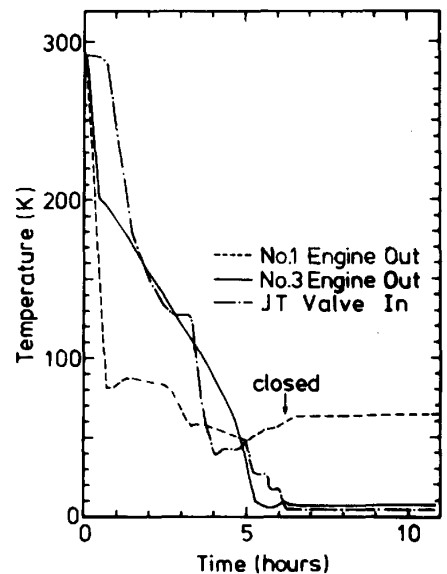


Fig.2 Cooling behavior of expansion engines and J-T valve