The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	極低温材料試験機用クライオスタットについての一考察
Author(s)	稔野, 宗次
Citation	大阪大学低温センターだより. 1973, 4, p. 3-6
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/12030
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

極低温材料試験機用クライオスタットについての一考案

工学部　稔野宗次

低温工学の発展と共に極低温用機器は大型化，複雑化の傾向が強まって来ている。それに伴って材料の使用条件も従来のものに比し著しく苛酷になって来ている。超電導送電用ケーブル材料の低温強度特性，磁気浮上超高速列車のクライオスタット，核融合炉用超電導マグネット材料など，どれも共通の或は固有の材料強度に関する問題をかかえている。

低温における材料の強度或は塑性変形の問題は基礎研究としても重要であり，低温センター付属の実験室に共通機器の性格で手軽に利用できる実験装置があることが望ましいという声が強い。そこでこの線に沿って，5ton 位の容量のインストロン型万能試験機〔但し (i) 低温試験用としてクロスヘッドのストロークの出来るだけ長いもの，(ii) 歪速度を出来るだけ小さく出来るものを選ぶ〕を想定し，比較的小型の試料の各種機械試験が可能なクライオスタットを考案してみたので，その一，二の例を以下に紹介する。

1，複数個試験片用

圧縮試験用クライオスタットの構造を図1に示す。最上部のフランジはインストロン試験機（ストローク 1850mm，荷重 5 t）のクロスヘッド下面に取り付けられ，pull rod はクロスヘッドの穴を通してロードセルにつながる。クロスヘッドが下降すればrod に引張りがかかり（(ii) の項参照），試験片を載せている台を引き上げ，圧縮試験ができる。以下に各部の詳細を説明する。

(i) pull rod の支持

rod はslide bearing 中を通すことによって左右の変位は拘束され，上下方向の移動のみが可能である。上部の真空シールはベローズを用いており，これの変形のための荷重は非常に小さく，無視することができる。またrod には引張りがかかっているのでバックリングの心配はない。

(ii) 複数個試験片のセット

試験片を圧縮するための上部圧縮板は，液体ヘリウム槽を構成している円筒につながり，下部圧縮板はpull rod につながっている。試験片と下部圧縮板の間には，薄い歯車が敷いてあり，その中心はpull rod の位置からずれたところにある。そのため歯車の周囲に試験片をいくつか並べておけば，歯車が回転することによって試験片を次々とpull rod の直下にセットすることができる。この歯車の回転はこれとかみ合った小さな歯車を外部から操作することによって行なう。試験片の出し入れは，クライオスタット本体をインストロン試験機に取り付けたままで下部のフランジをはずして行なう。試料室を取りつ

けているフランジはインジウムパッキンで止められている。なお，ここでは圧縮試験機に限っているが，試験片を外から移動できる操作棒が付いているために，引張り，曲げ，ねじりなど他の試験片についても複数個の試験片をセットすることは可能である。ただしcenter rodには引張りがかかるように変更しなければならない。

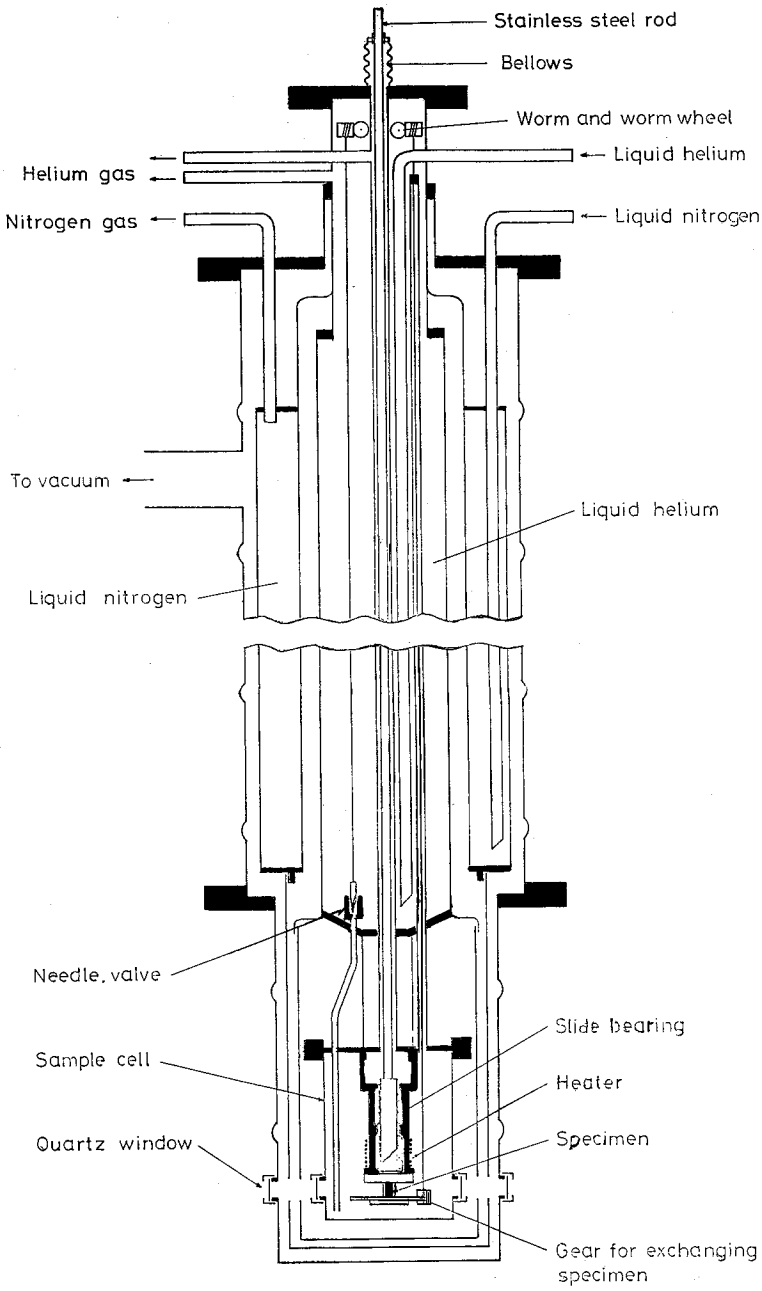
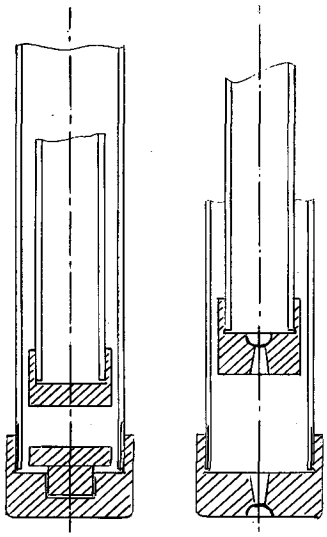


図1　複数個試験片圧縮試験用クライオスタット



（a）圧縮試験用　（b）引張り試験用

図2　単一試験片用取付け治具

(iii)　温度制御

ヘリウム槽内のヘリウムはニードル弁によって試料室内に送られる。この場合ニードル弁を出たヘリウムが試料室内で十分に熱交換するように移送管をらせん状に巻いた方が良い。試料室内で蒸発したヘリウムはベアリングからpull rod の周囲を伝わって外部へ逃げる。この間にもrod を冷却し熱交換が行なわれる。このように試料室内にヘリウムをためることが出来れば，まず4.2Kでの試験が可能である。これより高い温度を得るためには，ニードル弁を閉し，ヘリウム温度のシールド壁を取りはずす。そしてベアリングを保持している円筒を巻きつけたヒーターによって温度を上げる。この場合試験片の温度を均一にするため，試料室内にはヘリウムガスを入れたままの方が良い。高い温度でのヘリウムの蒸発を出来るだけ小さくするため，液体ヘリウム槽と試料室は離して設計してある。

（iv）　光学的測定

塑性変形は局所的に起るのが一般であるから，光学的観察は大切である。石英で作られた窓を通して試験片の観察あるいは光学的測定が可能である。光学系の倍率を十分大きくするためには，顕微鏡の対物レンズを試料室内に組み込むか，あるいはオプティカルフアイバーの利用などを考慮している。

（v）リード線

ヒーター用あるいは温度計用その他のリード線はすべてヘリウム槽内を通して外部に出す。その場合，ヘリウム槽のシールはハーメチックシール或はstycastを用いる。

（vi）　設計仕様

詳細は紙数の都合上省略するが，試験片寸法は2×3×10mm，試験片個数13個，本体の高さ1300mm，最大フランジ部外径260mm，最大荷重100kg，温度範囲4.2～77Kである。

2，単一試験片用

図1の装置は1回の冷却で多数の試験片の強度試験を行うことをねらったものであり，そのため構造が複雑になり熱の逃げを防ごうとすると，荷重のかかる部分がきゃしゃで，あまり硬い材料の試験には適さない。

そこで能率は落ちるが，1回の冷却で1本の試験片に絞り，その代り正確な応力ー歪曲線を求めることをねらうのも，塑性変形の挙動を問題にする場合には極めて重要である。この場合には硬い（荷重をかける部分のバネ定数の大きい）機械が必要となる。このような目的のために考案した試験片取付け治具を図2に示す。ここで（a）は圧縮試験用，（b）は引張試験用である。図（a），（b）でpull rod（内側の円筒）及びクロスヘッドに接続する負荷部分（外側の円筒）を中空にすることにより，熱の逃げを防ぐと共に，できるだけ剛さをかせぐという方法をとった。材質は18—8ステンレスである。pull rod の下端のブロック（影線を付した）の周辺には小孔をあけ，グラスファイバーを取り付けて試料の表面観察を行う。試験片取付治具以外の部分は図1に示したものとほぼ同様なので，省略する。

おわりに極低温材料試験用クライオスタットの設計について御協力を頂いた，工学部の岡田東一，片岡俊彦，佐分利敏雄，角田直人，山口正治，低温センターの山本純也の諸氏に厚く御礼申し上げます。

低温工学研究連絡会

工学部内における低温工学研究の発展のために，次の低温工学研究連絡会が発足した。

会の目的として次のことがあげられている。

(1) 低温工学に関係する情報を収集する。

(2) 低温工学研究について意見の交換を行う。

(3) 低温工学関係設備の充実を計る。

(4) 低温研究会を主催する。

(5) 低温センター吹田分室の運営に協力する。

(6) 低温工学の関係する大型プロジェクトの推進に寄与する。

構成員（教授）：石谷，菊川(機械)，三川，田中(応化)，笠井(石油)，芝崎(醗酵)，稔野，堀(冶金)，八木(造船)，犬石，西村(電気)，中井(電子)，裏(電子ビーム)，三石，吉永(応物)，山田(精密)，前田(土木)，奥島(建築)，橋本，内藤(環境)，吹田，井本(原子力)，大路(産機)，菊田(溶接)。

幹事会：山田(精密)，前田(土木)，白藤(電気)，岡田(原子力)，中島(応物)，河上(応化)，山本(冶金)，水野(環境)，山本(低温センター)。

連絡会の代表に吉永教授，幹事会の代表に山田教授が選ばれた。

なお情報サービスとしてクライオメモが10月より発行された。