＝ 技 術 ノ ー ト ＝ TECHNICAL NOTE

マルマンクランプバンドの張力均一化の一手法* A Method to Unify the Tension of Marman Clamp Bands

小野田 淳次郎*²・山 西 政 雄*³
Junjiro ONODA and Masao YAMANISHI

Key Words: Launch Vehicle, Inter-Stage Joint, Marman Clamp

Abstract

In order to avoid the potential risk of damage caused by the hammering during the assembling operation of Marman Clamp, an alternative method to unify the tension in the Marman Clamp bands is proposed. The method is to eliminate the effects of friction, which is the cause of the tension nonuniformity, by slightly sliding the clamp block when the band pre-tension is set. In order to confirm the effectiveness of the method, the Marman Clamp of an upper-stage inter-stage joint of Mu-3SII satellite launcher was assembled with and without the application of the present method, and the stain distribution was measured. The comparison of the data clearly indicated the effectiveness of the proposed method.

1. 序

マルマンクランプは、第1図に示すように、2つの円筒の端部に各々設けられたV形断面のフランジをV形の溝を持つクランプ駒で挟み込み、このクランプ駒をバンドで締めあげて保持することにより上下段を結合しておき、このバンドを火工品の作動などにより切断することにより結合を解除する仕掛である¹⁾。ロケットの段間分離接手として、特に上段部に極めて多用されている。クランプ駒がバンドの張力により円筒中心方向に推され、V形断面の斜面の効果により2円筒の合わせ面に圧縮の初期面圧が発生する。この面圧が圧縮である限りは接手の曲げ剛性は高いが、接手に作用する曲げ荷重などによりこの面圧が零になるとそれ以降は接手の剛性がクランプ駒やバンドの剛性に依存することとなり、一般には大きく低下する。従って予想される荷重に見合う以上の初期張力をバンド

に加える必要がある。一方、過大なバンド張力は、座屈を生じないようにより大きな円環剛性や各部のより大きな強度を必要とすることとなり、不必要な重量増につながる。従ってバンドは適切な張力で締め付けられなくてはならない。

バンド張力は、通常、円周上の2点の調節ネジで加えられるが、バンドとクランプ駒の間の摩擦力の影響で均一とはならず、調節ネジ付近では大きく他では小さくなる。また、クランプ駒とV形断面フランジとの間の接手半径方向の摩擦力により、クランプ駒に加えられた力が効率よく合わせ面の圧縮力とならない。そこで、バンド張力を均一化し、かつクランプ駒とV形断面フランジとの馴染みを良くするために、バンドを締め付ける時にハンマ等で叩くいわゆるハンマリングを行うのが通例である。

しかし、CFRP材などが接手構造に多用されるにつれ、このハンマリングによる衝撃の影響も懸念され、また人手で行うハンマリングによる衝撃の大きさの定量化も容易でない。そこでハンマリングに替わる張力均一化法を開発した。

2. 張力均一化法

クランプ駒とマルマンバンドは長穴などでルーズに結合し、バンドの長手方向には相対的に移動可能とする。その上で、マルマンバンド締め付け時にクランプ駒を接手周方向に微小量滑らせる。これにより周方向の摩擦力の影響を低減して張力の均一化を図ると共に、駒が周方向に移動することにより駒とV型断面フランジとの間の半径方向の摩擦力の影響をも低減させようとするものである。具体的には隣合うクランプ駒の間に工具を挿入して間隙を広げることにより駒を順次周方向に微小量滑らせながらマルマンバンドを締め付ける。第2図はそのための工具の例である。端部Aをクランプ駒の間隙に差込み、ネジBを締め込む

*1 平成4年12月24日原稿受理

*2 宇宙科学研究所

*3 日産自動車(株)宇宙航空事業部

第1図 マルマンクランプ接手

第2図 クランプ駒移動用工具例

と端部 A が強力に広がってクランプ駒を滑らせるものである。

3. 効 果

第3図は、宇宙科学研究所の M-3S-II 型ロケット 5 号機の 3~4 段接手のマルマンバンド締め付け時に測

第3図 バンド張力均一化の一例

定したマルマンバンドの歪分布の例である。歪はバンド表裏面の平均で、横軸の数値は第1図の歪ゲージ番号である。同図は上記の手法を適用しない場合と、適用した場合を比較した例であるが、本手法により張力が均一化でき、有効であることを明示している。本手法は1990年1月に打ち上げた M-3S-II 型 5 号機以降に実用され、現在までに飛翔した 5, 6 号機の接手機能は正常であったことが確認されている。

4. 結 び

ロケット段間接手用マルマンクランプバンドの張力均一化法を新たに提案し、その効果を確認し、実用に供した。

参 考 文 献

- 1) 中野 旭, 橋元保雄: ロケットに於ける結合と分離, 日本機械学会誌, 76 (1973), pp. 359-365.