

溶接ロケットチャンバの開発

安藤 良夫

1. まえがき

カップ 7, 8, 9 型用の K-420 ブースタから溶接構造が採用され、1950 年 9 月の地上試験以来今日まで、HT-85 調質高張力鋼によるチャンバが主として使われており、並行して SAE 4130 製のもの 2 機が製作されたことはすでに報告したとおりである^{1), 2)}。

本文においてはラムダ型ロケットのブースタに使用される L-735 チャンバとカップ型の性能向上を目標とした K-420H チャンバの開発についてのべる。

2. L-735 型

K-420 に使用された HT-85 調質鋼（日本製鋼所蘭製作所 2H-Ultra 改良型）が好成績であったので、一歩進んで L-735 には溶接性と加工性を少しぎせいにし、強度を増した HT-100 調質高張力鋼を採用することとし、同じく日本製鋼所蘭製作所が試作を担当した^{3), 4)}。これらはいずれも焼入れ、焼戻しによって強度と切欠靱性を向上させており、溶接後に変形を生じやすい熱処理を行なう必要がないことが製作上の大きな利点である。

HT-85 と HT-100 の化学成分と機械的性質の例をそれぞれ第 1 表、第 2 表に示す。

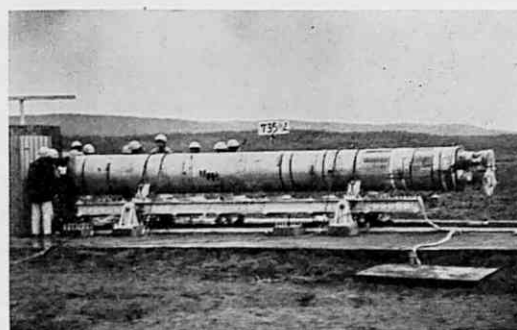
L-735 は 1961 年以來 1/2 型、2/3 型、3/4 型、3/5 型と地上試験を重ね、1963 年夏に飛しょうを予定されているチャンバの製作もすでに完了している。L-735 には尾翼筒がなく、チャンバに直接

尾翼取付け構造をつけるが、飛しょう試験がまだ行なわれていないので、この問題は別の機会に譲る。

L-735 チャンバの形状は第 1 図に示すとおりで、従来の K-420 は溶接後切削によって寸法精度を得たが、L-735 では圧延のままの板厚の全溶接構造とし、製作は新三菱重工神戸造船所が担当した。最初に製作した 1/2 型は、すべてを板で作る設計としたが、第 2 図 (a) の鏡板側の溶接熱影響部に拘束割れを生じて手直しを要したり、弾性限の高い材料を球面に塑性加工することに意外の工数を必要としたことから、2/3 型以降は第 2 図 (b) に示す HT80 製の鍛造リングを入

れ、溶接をすべて突合せ溶接とし、ブラケットを除いて応力集中を避けると同時に、溶接時の拘束、冷却速度を緩和する構造に改めた。ノズル取付側は 1/2 型では内側にサークリップが入る構造であったが、内圧により外れやすくなる恐れがあるので、2/3 型以降第 2 図 (c) のように外側に溝のある構造に改めた⁵⁾。

溶接棒は神戸製鋼所溶接棒事業部で特に試作された LBK100 を使用した。溶接のままの溶着金属の化学成分



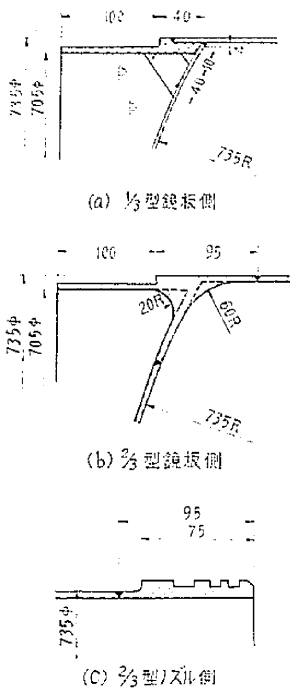
第 1 図 能代実験場における L-735-3/5 (1962. 10. 29)

第 1 表 使用鋼材の化学成分例 (%)

鋼種	分 析	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	備 考
HT-85	仕 様	≤.18	≤.55	≤1.35	≤.04	≤.05	≤1.0	≤.60	≤.50	—	
	レ ー ド ル	.15	.35	1.06	.010	.008	.81	.43	.40	—	
HT-100	目 標	.18	.40	1.20	≤.020	≤.020	1.30	.60	.45	.30	
	レ ー ド ル	.17	.46	1.15	.018	.018	1.30	.68	.50	.30	
	チェック(日 鋼)	.17	.49	1.26	.018	.018	1.37	.70	.49	.31	L-735-1/2 用
	チェック(新三菱)	.19	.50	1.18	.020	.026	1.39	.64	.46	.28	t=約 4mm
	レ ー ド ル	.19	.54	1.26	.028	.011	1.26	.80	.55	.37	K-420H 用 t=約 4mm

第 2 表 使用鋼材の機械的性質例

鋼種	条 件	降伏点 kg/mm ²	引張り強さ kg/mm ²	伸 び (G.L.50mm) %
HT-85	仕 様	≥65	≥85	≥18
	板厚 10 mm タテ	84.4	89.9	24.0
	"	92.3	94.8	19.7
HT-100	仕 様	≥85	≥95	≥10
	板厚約 4mm タテ	94.4	100.0	15.1
	" ヨコ	97.8	102.3	15.2
	板厚約 2mm タテ	99.1	109.6	10.5



第2図 L-735端部の溶接継手設計

分と機械的性質をHT85用のLBK85と比較して第3表に示す。LBは同社の低水素系溶接棒共通の記号で、KはKappaの頭文字をとったことである。溶接継手引張り試験の結果は第4表に示すとおりで、焼なましの場合以外はいずれも熱影響部外側の母材部で破断している。硬度試験結果は熱影響部の硬度が母材部より高いことを示している⁶⁾。

チャンバの検査基準は第5表にK-420、K-420Hともに比較

して示す。圧延板厚のままで作成されるL-735とK-420Hは公差をいくぶん大きくしてある。水圧試験時の許容応力は60 kg/mm²に達する。

3. K-420H型

K-420は1959年以来製作されて十数回に及ぶ飛しょう試験に好成績を取ってきたが、さらに性能向上をめざしてK-420Hを製作することとなった。直径、長さ、両端部構造は両者ともほとんど同じであるが、おもな相異点は材料をHT85からHT100に変え、従来厚い板から切削によって製作したのを圧延によって薄板を製造し、板厚のままで作成したことである。鋼板の板厚公差の少ないことが必要であり、そのため特殊圧延法を採用し、また、焼入れ、焼戻しの熱処理に際してのひずみを最少限度におさえることが必要であるなど、鋼板製造を担当した日本製鋼所室蘭製作所はいろいろ苦心を重ねられた。一方、工作は新三菱神戸造船所において担当したが、塑性加工が困難で、しかも溶接による変形の生じやすい材料をよくまとめられた。検査基準は第5表に示すとおりで、許容応力はL-735と同じく60 kg/mm²とし、重量はK-420と比較して17%軽くなった。

第3表 使用溶接棒による溶着金属の化学成分と機械的性質

名称	化 学 成 分 %								引張り強さ kg/mm ²	伸 び (G.L.=50mm) %	断面収縮 %
	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo			
LBK 85	.07	1.46	.60	.012	.010	1.83	.05	.65	94.9	18.4	63.9
LBK 100	.08	1.69	.52	.012	.009	1.60	.85	.66	106.7	19.0	53.1

第4表 HT100調質鋼の溶接継手引張り試験結果

予熱温度 °C	引張り強さ kg/mm ²	破断位置
予熱なし	99.7	母材
"	100.0	"
50	104.8	"
"	103.0	"
100	103.0	"
"	101.9	"
150	104.9	"
"	101.3	"
焼なまし(570°C)	98.7	溶接部
"	104.0	"

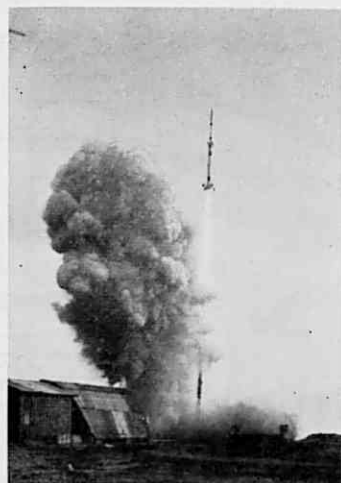
K-420Hをブースタとする2段ロケットK-9M型は、寸法的にはK-8型とほとんど同型であるが、推進、尾翼、チャンバを改良したことにより、飛しょう高度はK-8型の200 kmから400 kmと大幅に向上した。この結果HT85によるK-420の製造は1963年で打ち切り、今後すべてHT100によるK-420Hに切り換える予定である。

第3図に1962年11月鹿児島で打ち上げられたK-9M型1号機の写真を示す。

第5表 ロケットチャンバ検査基準の概要

チャンバ名称	K-420	K-420H	L-735
肉厚 mm	$t_1 \pm 0.2$	$t_2 \begin{matrix} +0.5 \\ -0 \end{matrix}$	$t_1 \pm 0.5$
内径 mm	$420 - 2t_1 \pm 1.4$	$420 - 2t_1 \pm 2.0$	$735 - 2t_1 \pm 2.5$
真直度 mm	0 ± 1.75	0 ± 2.5	0 ± 3.0
全長 mm	$4850 \begin{matrix} +3 \\ -0 \end{matrix}$	$4850 \begin{matrix} +3 \\ -0 \end{matrix}$	$7363 \begin{matrix} +4 \\ -0 \end{matrix}$
両端面の平行度 rad	$\leq 1/1000$	$\leq 1/1000$	$\leq 1/1000$
溶接継手の引張り強さ kg/mm ²	≥ 85	≥ 95	≥ 95
溶接部X線検査シーム(全線)	JIS 1級	JIS 1級	JIS 1級
同上バット(シームとの交点)	JIS 2級	JIS 2級	JIS 2級
水圧試験圧力 kg/cm ²	60	60	60
計算重量との許容差 kg	± 10	± 10	± 30

t_1 = 約3 mmに切削, t_2 = 約2 mmに圧延, t_3 = 約4 mmに圧延いずれも小数点以下1桁の値を指定。



第 3 図 K-9M-1号機の発射(1962. 11. 25 鹿児島)

4. あとがき

以上 L-735 と K-420H の開発について概観した。
一般用途に対して調質鋼は HT80 までしか使用されてい

ないが、HT100 薄板調質高張力鋼の使用により、比較的安価でしかも信頼度の高いロケットチャンバが全溶接で造られるようになった。今後はさらに強度の高い高張力鋼によるチャンバを開発すべく手をつけているが、まったく違った系統の材料となり、多くの困難が予想される。

構造については森大吉助教授が担当しておられ、鋼板の製造については KK 日本製鋼所室蘭製作所研究所下田・宮野両博士、溶接棒の製造については KK 神戸製鋼所溶接棒事業部、チャンバの加工溶接については新三菱重工神戸造船所荒木副所長、高木博士、矢野・河井・山県・西技師らが担当絶大なる協力を得たことを深く感謝する。

(1963 年 3 月 28 日受理)

文 献

- 1) 安藤：生産研究 13.10 (1961.10)
- 2) 安藤：溶接技術 10.2 (1962.2)
- 3) 下田，宮野：日本製鋼技報 7 (1961.6)
- 4) 宮野：溶接技術 10.2 (1962.2)
- 5) 安藤：機械学会誌 65.323 (1962.8)
- 6) 高木：溶接技術 10.2 (1962.2)

東京大学生産技術研究所報告刊行

STUDIES ON COULOMETRIC TITRATION

第 13 卷 第 1 号 高橋 武雄・桜井 裕

「電量滴定法に関する研究」(英文)

電量滴定法は滴定試薬を電解生成して行なう一種の滴定法であるが、その性質上、普通の滴定法に比して微量もしくは半微量分析に適し、標準滴定液を用意保存する必要がなく、しかも、その分析法の自動化および連続化への応用が容易であるなどの特徴利点がある。以上の諸点に注目し、電量滴定法の工業分析化学への応用を目的として、当所で多年継続して行なった基礎的な研究 (Talanta 誌, J. Electroanal. Chem. 誌などに発表したもの) を一括したものが本報告である。

第 1 章ではセリウム (IV) イオンを電解発生させてヒドロキシルアミンおよび過酸化水素、また臭素を電解発生させて鉄 (II) イオン、あるいはスズ (II) イオンを電解発生試薬としてセリウム (IV)、臭素・ヨウ素の電量滴定を行ないその基礎的知見を記載した。

第 2 章では電量滴定法を連続分析法に応用した場合の原理、装置および操作条件などにつき理論的ならびに実験的に検討し、さらに電解発生試薬として臭素および鉄 (II) イオンを使用して連続電量滴定法について行なった基礎的研究を記載してある。

(1963 年 6 月 15 日発行)