マルチエバポレータ型ループヒートパイプの太陽熱利用に向けた開発

Development of multi-evaporator loop heat pipe for solar heat utilization

○学 石田 直輝 (豊橋技科大) 正 西川原 理仁 (豊橋技科大)

正 柳田 秀記 (豊橋技科大) 正 横山 博史 (豊橋技科大)

Naoki Ishida¹, Masahito Nishikawara¹, Hideki Yanada¹, Hiroshi Yokoyama¹

¹ Toyohashi Univ. of Technology, 1-1, Hibarigaoka, Tempaku, Toyohashi, Aichi, 441-8580, Japan

Key Words: Loop heat pipe, Solar heat, Heat transport, Multi evaporator

ループヒートパイプ (LHP) は蒸発器内のウィック (多孔体) の毛細管力によって作動流体を駆動する, 大容量・長距離輸送が可能な熱輸送デバイスである. 近年では, その特徴を生かした発展的な研究・開発が進められており, 本研究では, LHP を利用した太陽熱の集熱と輸送を無電力で行うシステムの開発を目指し, その前段階としてヒータを用いたマルチエバポレータ型の LHP を設計・試作した.

LHP で太陽熱を効率的に得るためには, 集熱部である蒸発器の位置を高くする必要がある. また, 蒸発器を複数, 並列に繋げることで集熱部を大面積化できる. 以上の構想に基づき, 集熱に最適な傾斜角, 作動流体を持ち上げることのできる高低差を検証するため, Fig.1 に示すような可動蒸発器部を持つ実験装置を構築した. 各部寸法を Table 1 に示す. 本装置は蒸発器, 凝縮器, 液管, 蒸気管, 補償室から構成され, 蒸発器に銅管を用い, カートリッジヒータによって加熱した. また, 凝縮器には均熱化のため渦巻型の流路を持つ 300 mm × 300 mm の正方形形状のヒートシンクを使用した.

凝縮器 (ヒートシンク) の上面を除いた装置全体を断熱したのちループ内を真空引きし, 作動流体としてメタノールを封入した. このとき蒸発器部の傾斜角は 0 度 (平置き) とした. 以上の条件で 150W の熱量を蒸発器に与え, 各部の温度変化を熱電対で計測した. 結果を Fig.2 に示す. 実験開始から 50 分が経過すると蒸気管温度 T_{vl} が上昇し, 160 分が経過すると凝縮器入口 (蒸気管側) 温度 T_{cin} が上昇した. 160 分以降, 凝縮器温度 T_{c1} , T_{c2} の上昇と同時に蒸発器温度 $T_{E1} \sim T_{E6}$ は低下し, この傾向が 20 分続いたのち T_{vl} および T_{cin} が急激に低下, T_{c1} , T_{c2} は低下傾向に, $T_{E1} \sim T_{E6}$ は上昇傾向になった. その後, 240 分時点から再び同じ傾向を繰り返す結果となった. このことから, 蒸発器に与えた熱が凝縮器に輸送されるという LHP の動作条件は満たしているが, 蒸発器側の圧力不足によって蒸発器が液不足になる毛細管限界が起こっていると予測される.

Fig. 1 Multi-evaporator LHP

Table 1 LHP dimensions

[mm]	Evaporator	Vapor line	Liquid line	CC
Length	620	500	500	350
O.D	25.4	6.4	6.4	40

Fig. 2 Temperature history of each part