

ホットモデルタンクを用いたDTLタンク輸送試験

柿崎 真二^{1,A)}、壁谷 善三郎^{A)}、尾崎 元昭^{A)}、鷺田 義昭^{B)}

A) 三菱重工業 名古屋航空宇宙システム製作所

〒455-8515 愛知県名古屋市中港区大江町10番地

B) APCエアロスペシャルティ株式会社

〒101-0047 東京都千代田区内神田1-9-10

概要

J-PARCはH17年度末にリニアック部のビーム出しを予定している。リニアックを構成するDTL/SDTLのコンポーネントはH16年までに完成する見込みだが、その後タンクにドリフトチューブ(DT)を整列させて取付ける、タンク組立工程を経てから大電力試験を行う必要がある。工期短縮の観点から、完成したDTL/SDTLコンポーネントをKEK内大強度陽子リニアック棟にて組立/大電力試験を行い、原研建屋完成後にDTを取付たままタンクを輸送することが求められている。しかしDTに取付たままのタンクをKEK～原研東海(約80Km)を運ぶ間にDTの整列状態が崩れないことが必要である。DTLホットモデルタンクを用い、実際の状況を模擬してKEK～原研東海の輸送を行い、組立たままタンクを輸送できる可能性を示すことが出来たことを報告する。

1. 試験概要

KEK-原研東海間の輸送を模擬するために、DTLホットモデルタンクにホットモデル用のDTを取付けDTの取付位置を記録しておき、精密機器運搬用トラック(エアサスペンション仕様)に搭載して、想定される輸送ルートを一晩かけて往復し、KEKに戻った後に再度DTの取付位置を測定し、輸送前後での変化を記録する。また輸送前にトラック荷台/ホットモデルタンク/DTのそれぞれに加速度計を取付けて、輸送中にかかる加速度を取得し、タンクおよびDTにどのような加速度がDTに対して作用したのかを解析するのに用いた。

1.1 輸送に用いたトラック

図1～3に輸送に用いたトラック概要/ホットモデル積載概要を示す。使用したトラックは岩瀬運輸機工所有のACTROS2643(メルセデスベンツ製)というトラクタがTD33K9N2S(東急製)というトレーラを牽引してもので全長が約18mある。トレーラの荷台上にはホットモデルタンクの他に約4tの錘を積載し、DTLユニットタンクを2台同時に輸送することを模擬した。図1～3にトラックの概観/概要図/ホットモデルタンク積載概要図を示す。



図1 輸送トラック(ACTROS2643)

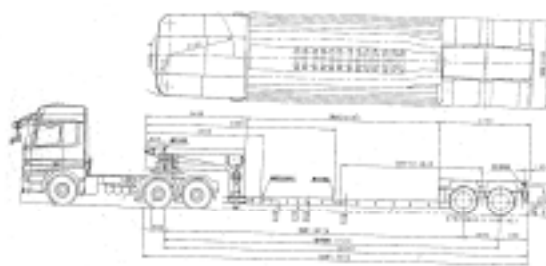


図2 輸送トラック概要図

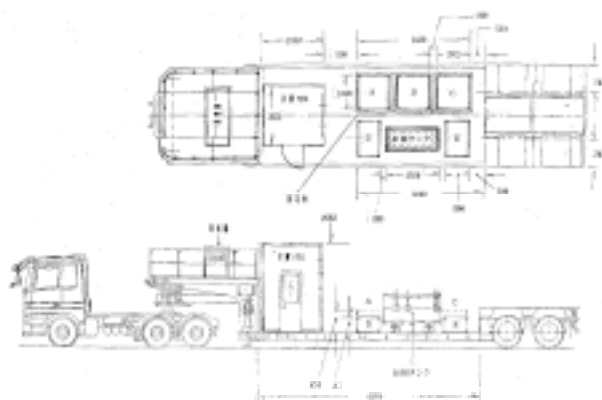


図3 ホットモデルタンク積載概要図

¹ E-mail: sinzi_kakizaki@mhi.co.jp

1.2 輸送ルート

具体的な輸送ルートは往路:KEK→桜土浦IC(一般道)→日立南大田IC(常磐道)→原研東海前(一般道). 復路:原研東海前→日立南大田IC(一般道)→桜土浦IC(常磐道)→KEK(一般道)とした. 図4にその概要を示す. 一般道では時速20Km/hで常磐道は時速60Km/hで走行した. 往路復路共に友部SAで10分程度の小休止を取った. また往路で原研東海前に到着したで約30分の休息を取った. 走行距離は片道約95Km(往復190Km)で所要時間は1回の小休止も含めて片道3時間かかった.



図4 輸送ルート概要図(黒色:一般道 赤色:常磐道)

1.3 加速度計

ホットモデルのDTは実機DTおよびSDTの構造および重量を模擬しているので, 7個のうち最軽量/中間/最大重量を模擬させる3個のDTを取付た. 図5にタンクへの取付け概要を示す.

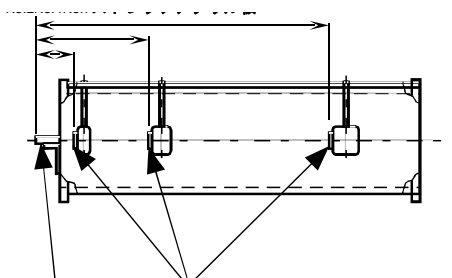


図5 タンクへのDT取付け概要図

加速度計は3つのDTおよびタンク/トラックの荷台に合計5個設置した. また1個でX,Y,Zの3軸方向の加速度が同時に計測できるものを用いた. また輸送前後でのDT位置確認はDTの中心パイプに光学ターゲットを差込み, 光学望遠鏡(テラーホブソン製)でターゲットの中心を, タンク端面からの距離を干渉式レーザー測長器を用いて測定した.

2. 試験結果

2.1 DT位置変化

DT輸送前後でのDT位置とその変化量の測定値を表1に示す. なお表1中のXは基準点から水平方向のずれを, Yは基準点から垂直方向のずれを, Zはタンク端面からDTまでの距離を表す.

表1 DT位置の変化

状態	DT No.	DT取付測定値 [mm]			変位量[mm]		
		X	Y	Z	ΔX	ΔY	ΔZ
輸送前	No.2	0.03	-0.06	112.985			
	No.4	-0.02	-0.02	264.925			
	No.7	-0.03	-0.03	1071.618			
輸送後	No.2	0.03	-0.06	112.968	0.000	0.000	-0.018
	No.4	-0.01	-0.01	264.925	0.015	0.010	0.000
	No.7	-0.04	-0.04	1071.600	0.010	0.010	-0.017

輸送前後でのDT位置の変化は0.02mm以下であるので, 輸送によるDTのずれは殆どないと言って差し支えないものと思われる.

2.2 DTにかかる加速度

加速度計のデータを解析したところ一般道走行中にDTにかかる加速度は0.5~0.6G程度で, 常磐道(高速道路)では0.7~0.8Gであった. 加速度の方向としては進行方向にかかる加速度が顕著であった. 図6に常磐道桜土浦IC~土浦北IC間での最大重量DTの進行方向にかかった加速度のデータを示す.

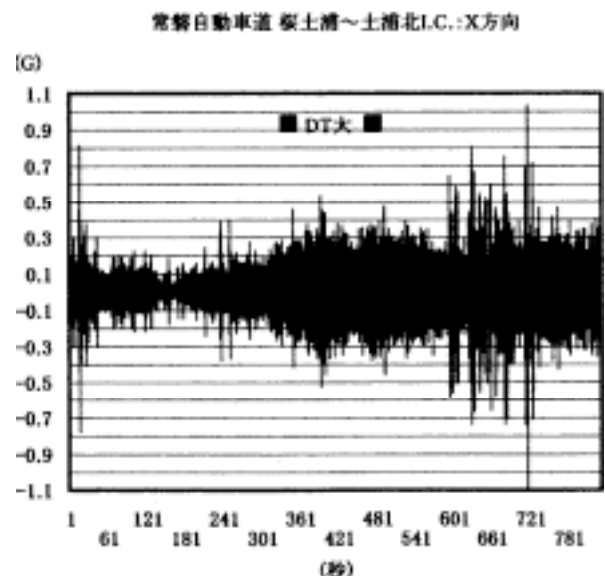


図6 桜土浦IC~土浦北IC間進行方向加速度
この区間では土浦北ICに近い箇所では比較的大きな加速度が測定された. ちょうどこの箇所は高架橋のつなぎ目が多い箇所であり, 伴走車に乗っていても大きなショックが感じられた.

総じて一般道よりも高速道の方がDTに大きな加速度がかかるようである. これは輸送時の走行速度の違いに起因していると思われる. また走行中にかかる加速度は最大でも1G程度であった.

2.3 DTの固有振動数

取得した加速度データを周波数分析することによって3つのDTの固有振動数を算出した。表2に各DTの固有振動数を示す。

表2 各DTの固有振動数

	最軽量 [Hz]	中間 [Hz]	最大重量 [Hz]
測定値	47	31	22
計算値	46	28	24

表2の計算値は図7で示す単純なモデルで固有振動数を計算した値であり、単純なモデルでの計算値と測定値とがほぼ一致しているといえる。またタンクおよびトラック荷台の固有振動数は10Hz以下であるので、トラック荷台の振動にDTが共振することはなかった。

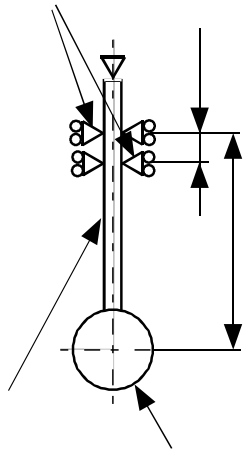


図7 DT固有振動数計算モデル

3. 考察

DTL/SDTLと殆ど同じ構造をもったホットモデルタンクを用いて実際にそくした試験を行い、DTがほぼ動いていないことを確認できた。また輸送中にDTに加わる加速度は最大で1G程度あり、トラック進行方向に加わる加速度が支配的であった。DTにかかる加速度は平均的には高速道走行の方が一般道走行中よりも大きいことがわかった。これは走行スピードに差によるものだと思われる。ただし一般道走行中でもまれに大きな加速度が測定されたが、これは路面の荒れが一般道の方が大きい(特に路肩等)ためと推測される。それでも1Gを超えるような加速度は測定されなかった。路面の状態は常に一定というわけではないが、今回の条件から大きく外れることはないと考えられる。よって輸送に使用するトラックや積載重量/条件および輸送ルート等を今回の試験の条件と合わせることが出来れば、多くのDTL/SDTLタンクはKEKで組立た状態で原研東海まで輸送可能であると考えられる。