

加速度積分近似法による落下試験の解析

(1) パート 1 解析原理

Evaluation of the Drop Test for Transport Casks based on the Integrated Acceleration Method

(1) Part 1: Principle of the Integrated Acceleration Method

*箱崎 健一¹, 谷内 廣明², 高橋 伸一²

¹海技研, ²トランスニュークリア

放射性輸送物に課せられる落下試験では、輸送物に作用する衝撃力を求めるために加速度が測定されている。加速度積分近似法は、測定された加速度データからノイズを除去し、加速度データを有効活用するための手法を提供するものである。パート1では、新たに提案した加速度積分近似法の原理について説明する。

キーワード：放射性輸送物，落下試験，加速度測定

1. 緒言

落下試験では輸送物に作用する衝撃力を求めるために加速度が測定されている。

ここに提案する加速度積分近似法（AIVA 法）は、フーリエ変換に基づかないノイズ除去方法であり、周期関数を積分した際にその振幅が周波数に反比例する性質に基づいているため、ノイズの特性を考慮して決定する必要のあるカットオフ値等の工学的判断を要する因子を必要としない手法である。

2. 加速度積分近似法の原理

本解析法では、加速度データは、周期関数の和として表されるノイズと、非周期関数（ $f_a(t)$ ）で表される輸送物への衝撃加速度により構成されたと考え、加速度の測定データは（1式）で表されたと仮定する。

$$a(t) = f_a(t) + \sum A_i \cdot \sin(2\pi \cdot f_i \cdot t + \varphi_i) \quad (1 \text{ 式})$$

（1式）を積分し速度を求めると、（2式）のように周期関数で表される周期関数の振幅は $1/(2\pi \cdot f_i)$ となり、高周波成分ほど振幅が小さくなる。

$$v(t) = \int f_a(t) dt - \sum \frac{A_i}{2\pi \cdot f_i} \cdot \cos(2\pi \cdot f_i \cdot t + \varphi_i) \quad (2 \text{ 式})$$

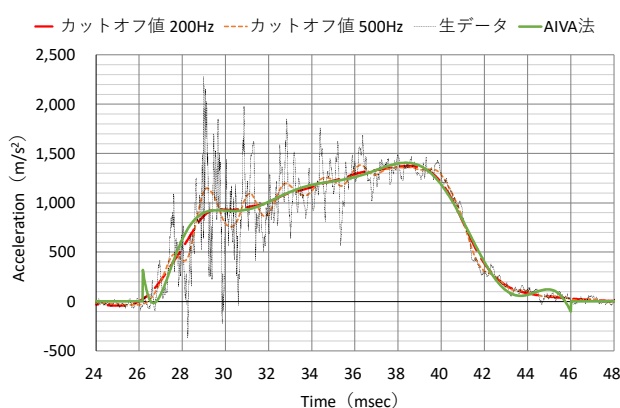
一方、非周期関数の積分は周波数成分に影響されないため、速度データは S/N 比の向上が期待される。

加速度積分近似法（AIVA 法）は、S/N 比の向上した速度データを用い、速度の時系列関数を最小二乗法により多項式近似し、求めた速度関数を微分して加速度の時間関数を求める方法である。

3. AIVA 法の適用事例

右図中の緑線は、輸送貯蔵兼用容器の水平落下試験で取得された加速度データを用い、AIVA 法で再現した加速度である。右図には、加速度の生データ及びローパスフィルター処理（カットオフ：200Hz 及び 500Hz）により求めた加速度を併せて示す。

AIVA 法で求めた加速度は、水平落下で推定される挙動を再現していると考えられ、また 200Hz のカットオフ値を用いてフィルタ処理した加速度とよく一致している（最適なカットオフ値の推定）。



*Kenichi Hakozaki¹, Hiroaki Taniuchi² and Shinichi Takahashi²

¹National Maritime Research Institute, ²Transnuclear, Ltd.