

Vibration Measurement and Evaluation by ISO2631-5

김태구·박민수·Takabumi Fukuda*

인제대학교 보건안전공학과·*Yokohama National University

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

산업의 발달과 함께 생활과 산업현장에서 많은 사람들이 진동에 노출되고 있다. 특히 작업장에서 사용되고 있는 도구로부터의 진동(hand-arm vibration)이나 교통수단을 통하여 전달되는 진동(whole-body vibration)이 사회적으로 크게 이슈화 되고 있다. 그러나 아직까지 인체진동에 대한 법적 기준이 미흡한 실정이다. 본 연구의 목적은 교통수단에 의해 발생하는 진동에 대하여 ISO2631-5와 ISO2631-1에서 권고하고 있는 인체진동 기준에 맞추어 실험을 하였다. 일반적으로 ISO2631-5는 seat position에서 측정을 하며 진동이 얼마나 척추에 영향을 미치는가를 평가하는 것으로 ISO2631-1과 다소 차이를 나타내고 있다. 그러나 ISO2631-1 역시 차량에 의해 발생하는 인체진동을 평가하는 하나의 척도이기에 본 연구는 ISO2631-1과 ISO2631-5을 비교·분석하고자 한다.

1.2 연구의 내용 및 범위

차량에서 발생하는 인체진동을 ISO2631-1과 ISO2631-5를 기준을 적용하여 인체진동을 평가하였다. 또한 차량의 종류와 속도의 차이, 노면의 상태 등을 기준으로 하여 비교·분석하였으며 수행한 연구범위는 다음과 같다.

- 차량의 종류에 의한 인체진동 분석
- 노면의 상태 및 속도 차에 의한 인체진동 분석
- ISO2631-1와 ISO2631-5 통한 인체진동 분석·평가

2. 이 론

ISO2631-5의 목적은 인체의 Lumber Spine이 차량에서 발생하는 Compression stress에 의한 진동에 얼마나 영향을 받는지를 계산하는 것이다. 좀 더 detail 공정은 Hip 아래로부터 가속도의 양을 측정하여 daily equivalent static compression dose S_{ed} 를 계산하는 것이다. Spinal response은 두방향으로 측정을 하는데 수평방향은 liner, single-

-degree-of-freedom 모델이고 수직방향의 경우는 non-liner이다.

본 연구에서 사람이 하루에 8시간동안 진동에 노출되었을 때를 기준으로 하였으며 이때의 평가 지표는 S_{ed} 값으로 평가하였다. ($S_{ed}<0.5\text{MPa}$: low probability of adverse health effect, $S_{ed}>0.8\text{MPa}$: high probability of adverse health effect)
이 결과를 이용하여 ISO2631-1의 결과와 비교 하였다.

3. 실험

3.1 측정조건 및 대상

본 연구는 차량에 의한 인체진동을 평가하기 위하여 일본 요코하마와 쓰쿠바에서 측정하였으며, 측정 조건은 아래와 같다.

- 농업용 트랙터의 경우 Real test(Working place)와 Road test 측정
- 승합차의 경우 도로 상태의 변화로 인한 인체진동 평가를 위해서
고속도로와 시내에서 측정
- 승합차의 경우 속도변화에 의한 인체진동평가를 위한 측정

3.2 측정기구

본 연구는 표1에서 제시한 장치를 이용하여 측정하였다. 2004년 1월 20일과 2004년 1월31일에 총 3회에 걸쳐 측정하였으며, 측정된 값은 Matlab을 이용하여 ISO2631-1과 ISO2631-5 통하여 차량에 의해 발생하는 인체진동을 분석·평가하였다.

<표1> Measuring devices

Acceleration sensor		Type 4322 (Bruel &Kjaer)
Condition amplifier		Type 2692 (Bruel &Kjaer)
Data record		NR-2000 (KEYENCE)
Common Condition	Sampling Frequency	160[Hz]
	Sampling Duration	6,10,16,[minutes]

3.3 측정상태

차량으로 인한 인체진동을 평가하기 위하여 차량의 종류, 도로면의 상태,속도에 차에 의해 측정하였다. 아래 표2에서 측정 상태 및 조건을 제시하고 있다.

<표2> Measuring conditions

Number	Vehicle	Surface	Speed[km/h]	Remarks (msasured date)
1	Agricultural tractor (small size)	Working place	5	20/1/2004
2	Agricultural tractor	Road in a town	54	20/1/2004

	(small size)			
3	Agricultural tractor (small size)	Road in a town	21.6	20/1/2004
4	Agricultural tractor (large size)	Working place	3.2	20/1/2004
5	Agricultural tractor (large size)	Road in a town	30.5	20/1/2004
6	Agricultural tractor (large size)	Road in a town	20	20/1/2004
7	RV vehicle	Highway	80	31/1/2004
8	RV vehicle	Highway	80	31/1/2004
9	RV vehicle	Highway	100-120	31/1/2004
10	RV vehicle	Road in a town	40-60	31/1/2004

4. 결과 및 고찰

4.1 인체진동 측정결과

<표3> Calculated S_{ed} and a_v (Agricultural tractor)

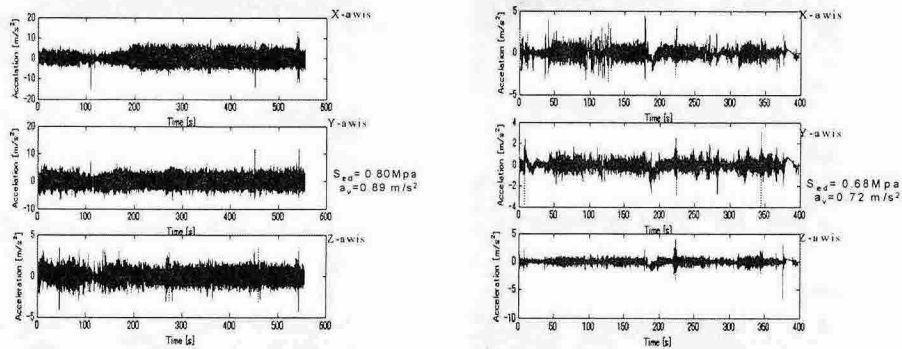
번호	Vechile	Surface	Speed [km/h]	S_{ed} (MPa)	a_v (m/s^2)
1	Agricultural tractor (small size)	Working place	5	0.80	0.89
2	Agricultural tractor (small size)	Road in a town	54 (maxmium)	0.34	0.69
3	Agricultural tractor (small size)	Road in a town	21.6 (Minimum)	0.35	0.67
4	Agricultural tractor (large size)	Working place	3.2	0.68	0.72
5	Agricultural tractor (large size)	Road in a town	30.5 (maxium)	0.68	0.89
6	Agricultural tractor (large size)	Road in a town	20	0.38	0.55

			(Minimum)		
--	--	--	-----------	--	--

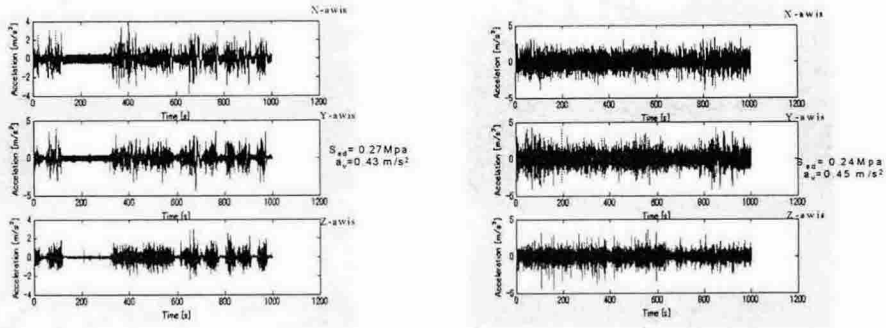
<표4> Calculated S_{ed} and a_v (RV vehicle)

번호	Vehicle	Surface	Speed [km/h]	S_{ed} (MPa)	a_v (m/s^2)
7	RV vehicle	Highway	80	0.20	0.18
8	RV vehicle	Highway	80	0.24	0.20
9	RV vehicle	Highway	100-120	0.21	0.19
10	RV vehicle	Road in a town	40-60	0.27	0.16

<표.3>과 <표.4>을 통해 농업용 트랙터에서의 S_{ed}, a_v 를 산출한 값이다. 위의 결과를 토대로 8시간동안 농업용 트랙터를 운전할 경우 진동으로부터 인체에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 그러나 RV vehicle는 인체에 커다란 영향이 없는 것으로 산출되었다. <그림.1>과<그림.2>는 S_{ed} 를 수평과 수직방향의 파형으로 나타내었다.



<Fig.1> The cases of Agricultural tractor



<Fig.2> The cases of RV Vehicle

4.2 ISO2631-5와 ISO2631-1의 평가

<표5> ISO2631-5와 ISO2631-1의한 평가

번호	Vehicle	Surface	Speed [km/h]	Sed (MPa)	av (m/s ²)
1	Agricultural tractor (small size)	Working place	5	high probability of an adverse health effect	Health risks are likely.
2	Agricultural tractor (small size)	Road in a town	54 (maximum)	Low probability of an adverse health effect	Caution with potential health risk is indicated.
3	Agricultural tractor (small size)	Road in a town	21.6 (Minimum)		
4	Agricultural tractor (large size)	Working place	3.2	probability of an adverse health effect	Health risks are likely.
5	Agricultural tractor (large size)	Road in a town	30.5 (maximum)		
6	Agricultural tractor (large size)	Road in a town	20 (Minimum)	Low probability of an adverse health effect	Caution with potential health risk is indicated.
7	RV vehicle	Highway	80		
8	RV vehicle	Highway	80		
9	RV vehicle	Highway	100-120		
10	RV vehicle	Road in a town	40-60		

5. 결 론

본 연구에서는 차량의 종류에 따라 인체에 미치는 진동을 ISO2631-5와 ISO2631-1으로 평가하였다. 또한 제한적인 상황에서 연구가 이루어졌으므로 일반적인 상황으로 보는 것은 어렵다. 하지만 본 연구를 통해 얻은 결론은 아래와 같다.

- 1) 농업용 트랙터의 경우 장시간 운전할 경우(8시간)는 Sed값이 0.8을 초과하므로 진동에 의해 인체에 미치는 영향이 아주 위험한 것으로 나타났다. 반면에 RV차의 경우에는 Sed값이 0.5를 초과하지 않으므로 매우 안정적이다.
- 2) ISO2631-1과 ISO2631-5을 비교해 본 결과 거의 유사한 지표라는 것을 알 수 있었다.
- 3) ISO2631-5에서 제시하는 Sampling time 160Hz 만족하는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. ISO2631-1 “ Mechanical Vibration and Shock--Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration-- Part1:General Requirements” , 1997
2. ISO/DIS2631-5“ Mechanical Vibration and Shock--Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration-- Part5:Method for Vibration Containing Multiple Shocks” , 2001
3. T. Fukuda,D.Takeuchi, and Shimizu, Study on the Evaluation of Vibration Exposure during Vehicle Operation, Proc.of 9th Japan Group Meeting on Human Response to Vibration, pp.166-178, 2001
4. T. Fukuda,T.Ofuchi and H. Shimizu, Study on the Evaluation of Vibration Exposure during Vehicle Operation, Proc.of 10th Japan Group Meeting on Human Response to Vibration, pp.234-243, 2002