

동일한 지간을 가진 교량형식별 진동사용성의 해석적 평가 및 비교

An Analytical Evaluation of Vibration Serviceability for Each Bridge Types with Same Span

박 성 규¹⁾*

Park, Seong Kyu

Abstract

This study intends to analytically evaluate the vibration serviceability of the bridges for each long-span type having the same span length and road width using the Meister vibration sensation curve. With MIDAS, a structural analysis program, bridges were modeled using the girders as the frame element and slabs as the plate element. The transient analysis was performed using the moving loads of the design vehicles. This study presents the analytical process of reviewing the vibration serviceability during the design of long-span bridges. It involves the comparison of the vibration serviceability of different bridge types by applying the lagging-behind and acceleration amplitude from transient analysis to Meister curve. The result confirms that the process is appropriate.

Keywords : Meister curve, Vibration serviceability, Long span, Displacement, Acceleration, Human responses

1. 서론

프리플렉스교량(PF교) 및 프리스트레스트 콘크리트 거더교량(PSCI교)은 최근 기술개발에 힘입어 장경간화가 이루어져 기존 강박교량(STB교)의 적용지간을 넘나 들고 있다. 이러한 프리플렉스교량 및 프리스트레스트 거더형 합성교량은 구조재료의 합리적인 사용과 시공효율성 증대 및 구조적 안전성을 확보함으로써 장경간화가 실현되고 있다.

그러나 최근 급속한 경제발전과 생활수준의 향상에 따라 도로상을 통행하는 차량의 교통량이 급속히 증가하고 있으며, 차량의 중량화 및 교량의 장경간화 현상이 가속되고 있어 교량의 과도한 진동 및 처짐 등의 문제가 교량의 사용성을 저하시키고 안전성을 위협하고 있다. 더욱이 차량통과시 진동문제가 제기되고 있음에도 현재 진동과 관련된 규정이나 시방지침이 미비한 상태여서 교량설계시 진동검토가 전혀 수행되지 않고 있다.

본 연구에서는 탄성설계에서 안정성이 확보되고 시공 가능한 45m의 동일한 지간을 가진 3가지 서로 다른 교량 형식을 선정하고 범용 구조해석 프로그램 MIDAS CIVIL

(마이더스아이티, 2002)을 사용하여 해석에 의한 진동평가를 수행하였다. 각 교량의 진동평가를 위해 시간이력해석을 통한 진동특성을 분석하고 처짐 및 가속도 진폭을 Meister의 진동감각곡선에 대입하여 교량의 진동사용성을 비교 평가하였다. 이를 바탕으로 교량 형식별 장경간 교량의 설계 초기단계에서 검토할 수 있는 해석적 진동평가 과정을 제시하였다.

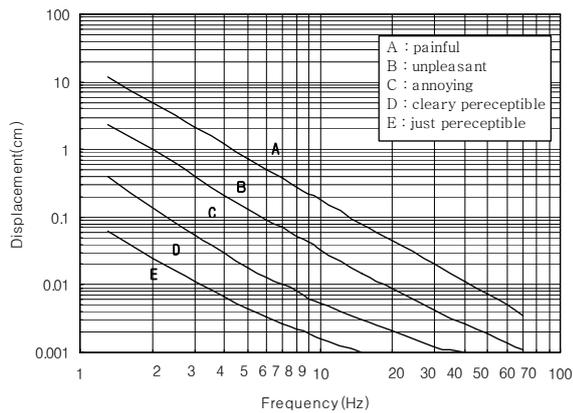
2. 진동평가 방법

1930년대 이후 많은 연구자들에 의해 진동에 의한 인간감각특성에 대한 연구가 이루어져 왔다. 이중 대표적인 연구가 Meister의 진동감각곡선(Reiher and Meister, 1931)인데, Fig. 1과 같이 “겨우느낌”에서 “강한 불쾌감”까지 5단계의 향으로 분류하고 있으며 최근까지 많은 분야에서 채용되고 있다. 교량 구조물의 진동사용성 평가를 위해 사용되어온 것은 ISO 특성곡선(ISO 2631, 1997), Postlethwaite(1944)에 의한 제안식, Reiher-Meister의 진동감각곡선 등이 있다. 더욱이 교량의 진동사용성 평가를 위해 ISO 기준과 Reiher-Meister 진동감각곡에

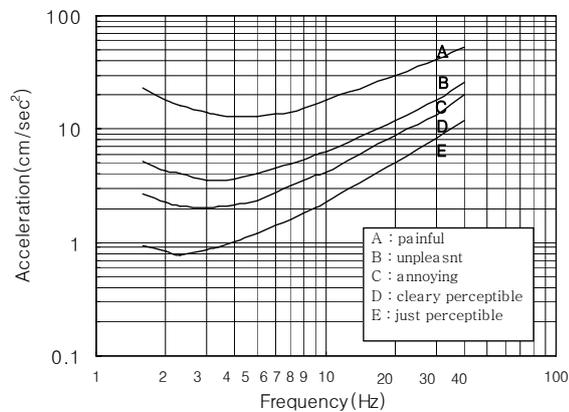
1) 정회원, 대구대학교 토목공학과 겸임교수

* Corresponding author : psk292@naver.com 053-850-6520

• 본 논문에 대한 토의를 2011년 2월 28일까지 학회로 보내주시면 2011년 3월호에 토론결과를 게재하겠습니다.



(a) Displacement



(b) Acceleration

Fig. 1 Meister Curve

의한 평가기준을 각각 적용하여 그 결과를 비교 분석한 연구(김상호, 2000, 한국시설안전기술공단, 2000)에 의하면 Reiher-Meister의 평가기준이 다른 기준의 평가범위를 포함하고 있기 때문에 더 일반적인 것으로 알려져 있다. 본 논문에서도 교량분야에 많이 적용하고 있는 Meister 진동감각곡선을 사용하여 진동사용성을 평가하였다.(김상호 등, 2009, 광계환 등, 2009).

2.1 재하시험에 의한 진동평가 방법

공용중인 교량의 처짐 및 가속도의 계측에 의한 진동평가절차(한국시설안전 기술공단, 2000)는 다음과 같다.

2.1.1 계측위치

대상 교량의 특성을 파악하여 처짐 및 가속도의 계측 위치를 선정한다.

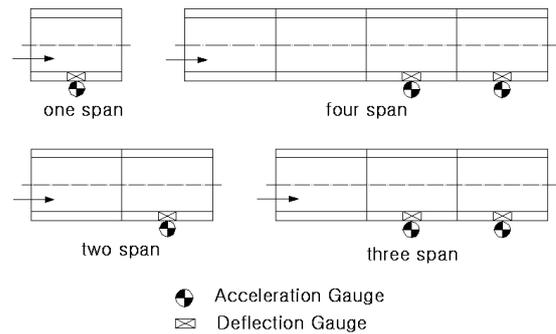


Fig. 2 Location of Gauges on the Bridge

- 1) 단순교 및 연속교 모두 각 경간중앙의 보도중앙부에 부착하고 보도가 없는 경우 연속 또는 최외측에 부착한다.
- 2) 연속교에서 경간장이 서로 다른 경우에는 경간장 별로 최소 1개 이상에 계측기를 설치한다.

2.1.2 동적재하시험

2.1.2.1 시험차량 선택

교량설계하중의 60% 범위에서 전륜/후륜의 축중비가 도로교시방서 규정을 벗어나지 않으며 토사를 적재한 상태에서 20ton~25ton범위의 성능이 양호한 덤프트럭을 사용한다.

2.1.2.2 시험차량의 영향구간

시험차량이 진동의 영향구간에 진입하여 진동의 영향이 없어질 때까지 계측한다.

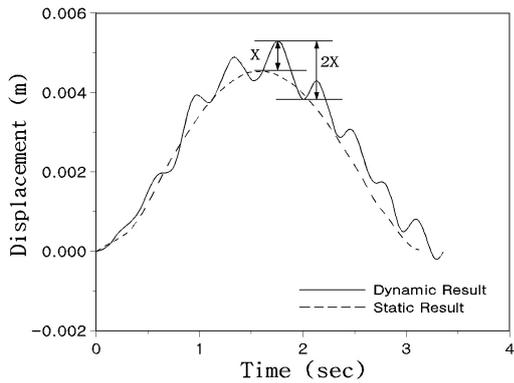
- ① 단순교일 경우 : 시험차량통과부, 여진발생부에서 발생
- ② 연속교일 경우 : 시험차량진입부, 주요영향부, 여진 발생부에서 발생

2.1.2.3 시험차량의 측정회수

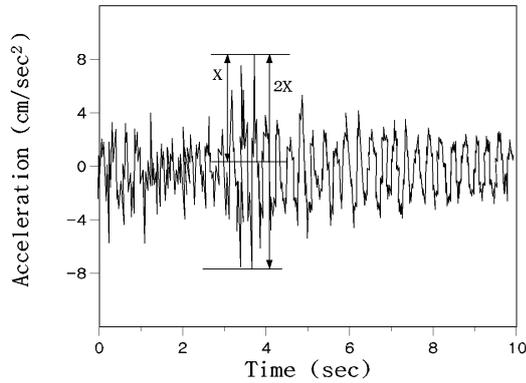
시험차량의 속도별 1회씩 측정하되 데이터의 훼손 등을 감안하여 다소의 추가계측을 실시한다.

2.1.3 결과분석

- 1) 측정된 계측데이터로부터 계측지점의 주요모드의 진동수를 구하기 위하여 FFT분석을 실시한다.
- 2) 가속도와 처짐의 측정데이터로부터 최대진폭값은 시험차량의 계측지점에 대한 영향구간으로의 진입



(a) Displacement



(b) Acceleration

Fig. 3 Estimation of Maximum Frequency Band

에서부터 영향구간을 벗어나거나 진동이 없어질 때까지 계속한 데이터를 이용한다.

- ① 단순교 : (시험차량통과부, 여진발생부 최대진폭)의 평균값
- ② 연속교 : (시험차량진입부, 주요영향부, 여진발생부의 최대진폭)의 평균값
이때 최대진폭은 Fig. 3과 같은 시간이력으로부터 구할 수 있는데 여기서 X가 진폭이다. 이는 편진폭 이라고도 하며, 2X는 peak to peak값 혹은 배진폭(또는 전진폭)이라 한다. FFT분석에 의한 주요주파수와 최대진폭 X를 이용하여 사용성 평가기준에 적용한다.
- 3) 분석된 진동특성값을 Meister진동평가기준에 대입하여 진동등급을 결정한다.
- 4) 위와 같이 계측위치별, 진동특성(가속도, 처짐)별, 주행속도별로 판정한 Meister의 진동등급 중에서 제일 나쁜 등급을 대상교량의 진동등급으로 결정한다.

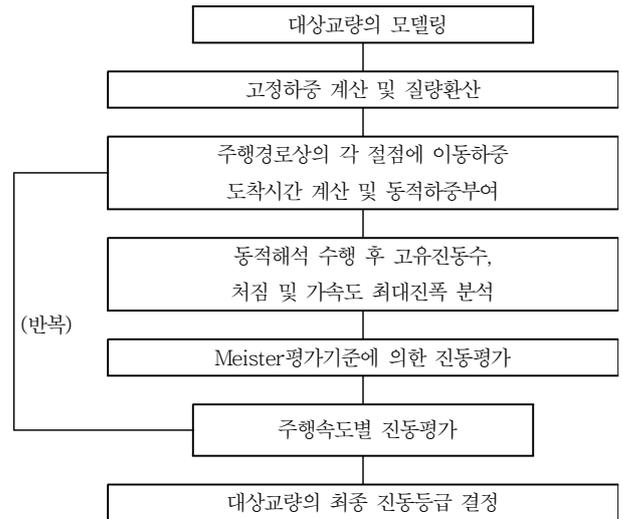


Fig. 4 Analytical Vibration Evaluation Flow Diagram

2.2 해석에 의한 진동평가 방법

상기의 계측에 의한 진동평가 절차에 따라 본 연구에서 적용한 구조해석에 의한 해석적 진동평가의 순서는 다음과 같다.

- 1) 슬래브 및 거더는 각각 판요소 및 프레임 요소로 3차원으로 근사화하여 대상교량을 모델링한다. 교량의 받침의 특성은 스프링요소를 이용하여 경계조건을 모델링한다.
- 2) 활하중을 제외한 모든 고정하중을 계산하여 분포 하중형태로 입력한다. 동적해석의 경우는 고정하중만이 질량의 형태로 고려되므로 프로그램내에서 고정하중을 질량으로 자동 치환되도록 한다.
- 3) 슬래브상의 주행경로인 각 절점에 표준트럭하중을 이동하중으로 도착시간을 계산하여 동적 절점하중을 부여한다.
- 4) 동적해석을 통해 교량의 고유진동수를 구하고 최대 응답이 발생하는 절점에서 처짐 및 가속도의 시간이력을 구한다. 시간이력결과를 분석하여 처짐 및 가속도의 최대진폭을 구한다.
- 5) 고유진동수와 분석된 처짐 및 가속도 평균진폭값을 Meister진동평가기준에 대입하여 진동등급을 결정한다.
- 6) 주행속도를 적절하게 증가시켜 3)~5)를 반복하여 최종 진동등급을 결정한다.

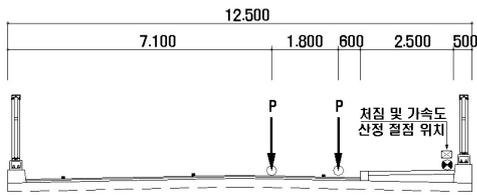
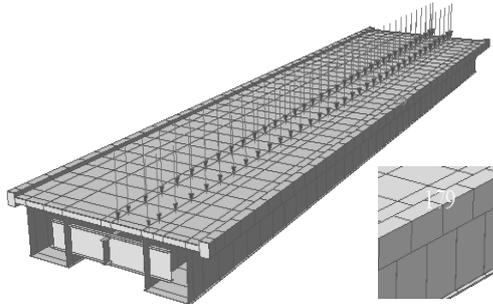
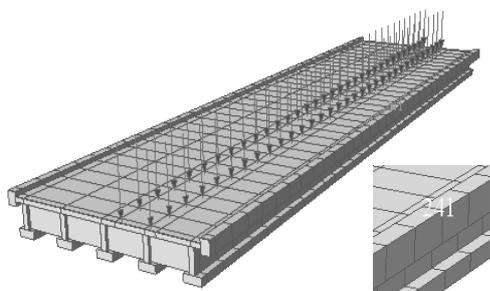


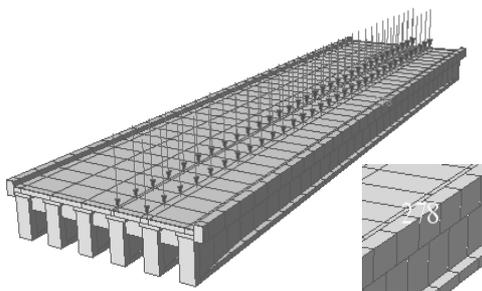
Fig. 7 Vehicle Movement Path



(a) STB



(b) PF



(c) PSCI

Fig. 8 Bridge Modeling and Dynamic Nodal Load

여 각 주행속도별로 하중을 부여하였으며, 일례로 Fig. 9 및 Table 2는 STB교의 주행속도 20km/h 경우이다.

3.2.3 경계조건

주거터 하부 받침위치에 STB교의 경우 강제받침을 적용하고 PF교 및 PSCI교의 경우는 설계에 적용된 탄성받

Table 2 Arrival Time of Dynamic Nodal Load Arrival Time

Node		Load Function	Arrival Time(sec)	Remark
L	R			
324	365	20km/h	0.000	Start
325	366	20km/h	0.072	
326	367	20km/h	0.207	
327	368	20km/h	0.432	
328	369	20km/h	0.657	
...	Omitted
358	399	20km/h	7.407	
359	400	20km/h	7.632	
360	401	20km/h	7.857	
361	402	20km/h	7.992	
362	403	20km/h	8.064	End

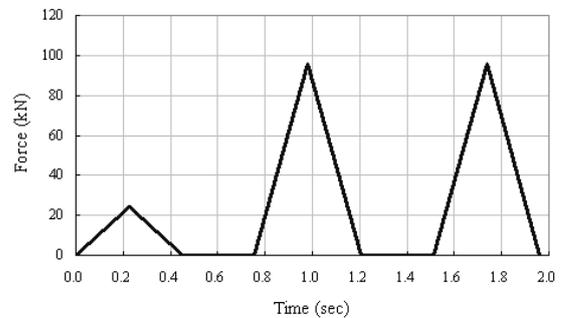


Fig. 9 Time history load function

Table 3 Elastomeric Bearing Specification

Bridge Type	Elast. Bearing	Comp. Spring	Shear Spring
PF	2,000kN	682,060kN/m	2,874kN/m
PSCI	1,900kN	584,587kN/m	2,521kN/m

침의 제원으로 모델링 하였다.

3.2.4 해석조건

시간이력 해석시간은 속도별 이동하중이 시점에서 종점까지 도달하는 시간과 여진발생부를 고려한 시간을 더하여 결정하였다. 시간증분은 일반적으로 고려하려는 모드 또는 하중주기 중 작은 값의 1/10 정도면 적당하지만 본 연구에서는 Table 4와 같이 요소분할 절점의 간격과 주행속도를 고려하여 충분히 작은 해석 시간증분을 시행착오를 통해 결정하였다. 처짐의 경우 절점간격/주행속도/10의 시간증분이 적절하고 가속도 이력해석의 경우는 처짐 이력해석 시간증분의 1/2로하는 것이 적절하였다.

시간이력 해석방법은 모드중첩법을 적용하고 감쇠비는 5%를 적용하였다. 고유치해석시 고정하중은 절점질량으

Table 4 Analysis Time Increment

Bridge Type	STB		PF		PCI	
Nodal Distance	1.25m		1.375m		1.375m	
Time Increment	Dis. (sec)	Acc. (sec)	Dis. (sec)	Acc. (sec)	Dis. (sec)	Acc. (sec)
Running Speed						
10km/h	0.045	0.0225	0.049	0.0245	0.049	0.0245
20km/h	0.022	0.0110	0.024	0.0120	0.024	0.0120
30km/h	0.015	0.0075	0.016	0.0080	0.016	0.0080
40km/h	0.011	0.0055	0.012	0.0060	0.012	0.0060
50km/h	0.009	0.0045	0.009	0.0045	0.009	0.0045
60km/h	0.007	0.0035	0.008	0.0040	0.008	0.0040

Table 5 Natural Frequency

Bridge Type	Frequency f (Hz)	Period T (sec)	Remark
STB	2.26	0.442	
PF	1.67	0.599	
PSCI	2.11	0.474	

3.3 해석결과

3.3.1 주요모드와 고유진동수

해석대상 교량에 직접적인 영향을 주는 상하진동 모드가 포함되는 9개의 고유모드로 해석하였으며, 그 결과 주요모드인 1차 모드는 Fig. 10과 같고, 진동평가에 적용된 고유 진동수는 Table 5와 같다.

3.3.2 평균진폭

진동평가의 절점은 Fig. 8에 표시된 것과 같이 경간 중앙부 이면서 연석부근 보도 절점을 선정하였다. 각 교량 형식과 주행속도별 진동평가 절점에 대한 처짐 및 가속도 시간이력 해석결과는 Fig. 11과 같다. 시간이력 그래프로부터 진동평가를 위한 설계차량 통과부 최대진폭과 여진발생부 최대진폭을 이용하여 평균진폭 값을 계산하였고 이를 정리한 것이 Table 6이다.

Fig. 11과 Table 6의 결과는 지면관계상 각각 중첩표현하고 계산과정을 생략한 것이다. 평균진폭을 구하는 상세과정을 STB교의 주행속도 20km/h의 경우를 일례로 들면, Fig. 12(a)의 처짐 시간이력으로부터 차량통과부 최대진폭은 $(0.56-0.46)/2 = 0.05$ 이고 여진발생부 최대진폭은 $(0.01+0.02)/2 = 0.02$ 이다. 이를 평균하면 $(0.05+0.02)/2 = 0.03$ 이되어 평균진폭 값을 구할 수 있다. 마찬가지로 Fig. 12(b)의 가속도 시간이력으로부터 차량통과부 최대진폭 $(12.78+15.10)/2 = 13.94$ 이고 여진발생부 최대진폭은 $(4.01+5.64)/2 = 4.83$ 으로 평균진폭은 $(13.94+4.83)/2 = 9.38$ 이다.

4. 교량형식별 진동평가 및 분석

4.1 교량의 평균진폭

교량의 진동등급에 영향을 주는 처짐 및 가속도의 진폭을 교량형식별 및 주행속도별로 비교하였다. Fig. 13에서 볼 수 있듯이 각 교량형식별로 처짐과 가속도의 진폭이 주행속도와 비례하지 않았다. 주행속도가 증가함에 따라

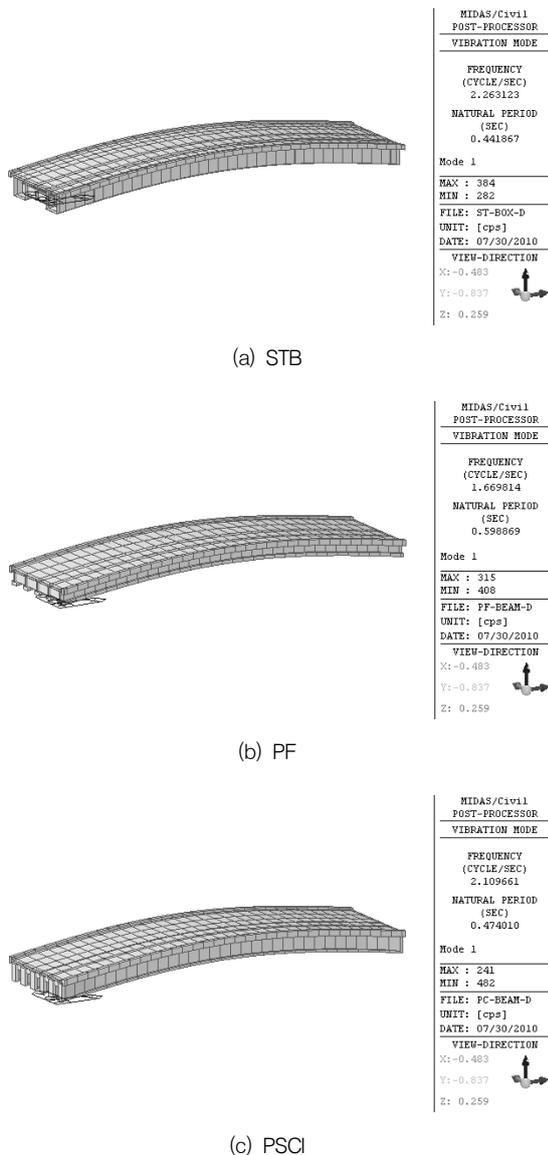
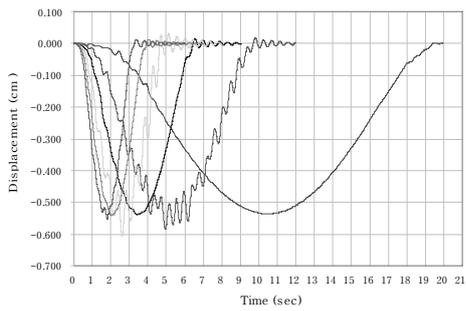
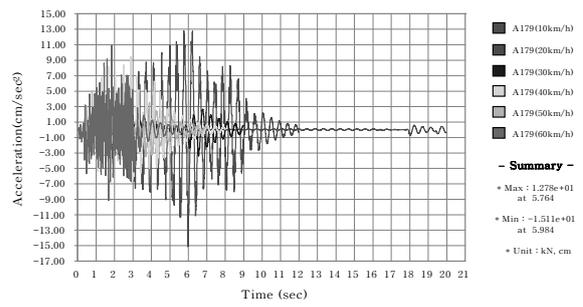


Fig. 10 Primary Modal Form of Each Bridge Type

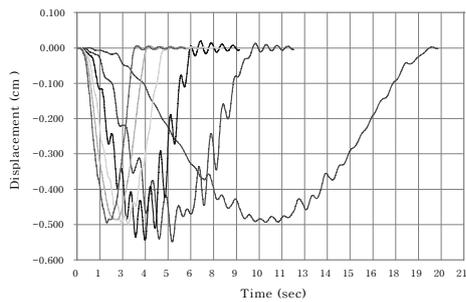
로 환산하고 누적 질량참여도가 최소 90%이상 되도록 모드 수를 포함하였다.



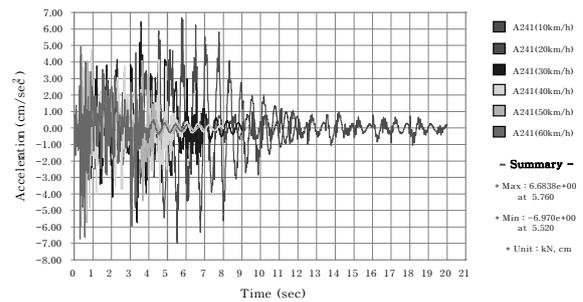
(a) STB Displacement



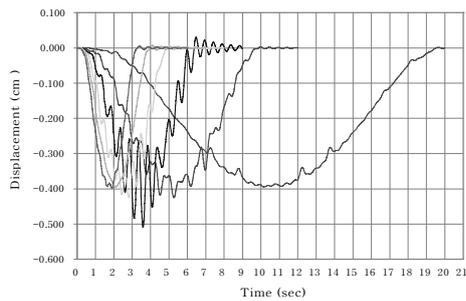
(b) STB Acceleration



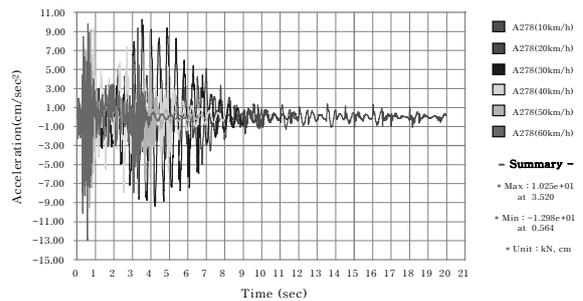
(c) PF Displacement



(d) PF Acceleration

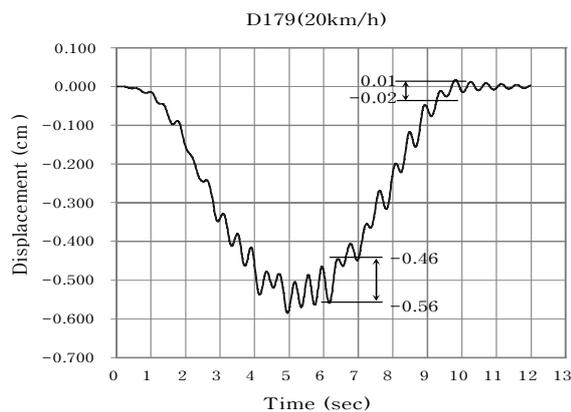


(e) PSCI Displacement

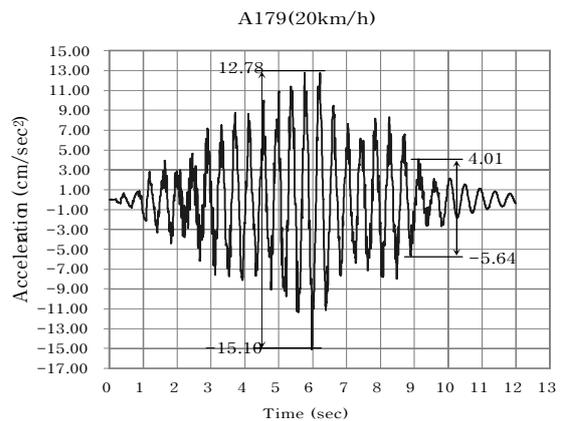


(f) PSCI Acceleration

Fig. 11 Time History for Each Running Speed



(a) Displacement



(b) Acceleration

Fig. 12 Time History of STB

동적 절대처짐의 최대값은 다소 증가하나 진동의 진폭값은 교량자체가 가지는 고유진동수나 해석시간간격 등과

같은 어떤 특정한 고유치에 의해 주행속도에 비례하지 않음을 알 수 있었다.

Table 6 Frequency Band of Bridges

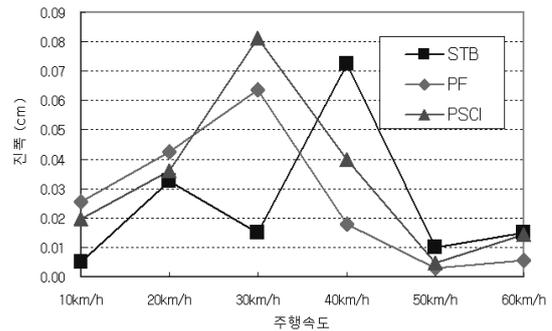
Division	Bridge Type	Node	Running Speed	Vehicle Passes Part ^①	After-shock Part ^②	Average Amplitude ^{(①+②)/2}
Dis. (cm)	STB	179	10km/h	0.01	0.01	0.01
			20km/h	0.05	0.02	0.03
			30km/h	0.01	0.03	0.02
			40km/h	0.07	0.08	0.07
			50km/h	0.01	0.01	0.01
			60km/h	0.02	0.01	0.02
	PF	241	10km/h	0.03	0.03	0.03
			20km/h	0.07	0.02	0.04
			30km/h	0.08	0.05	0.06
			40km/h	0.03	0.01	0.02
			50km/h	0.00	0.01	0.00
			60km/h	0.01	0.01	0.01
	PSCI	278	10km/h	0.02	0.02	0.02
			20km/h	0.06	0.02	0.04
			30km/h	0.12	0.04	0.08
			40km/h	0.07	0.01	0.04
			50km/h	0.00	0.01	0.00
			60km/h	0.02	0.00	0.01
Acc. (cm/sec ²)	STB	179	10km/h	1.91	0.62	1.26
			20km/h	13.94	4.83	9.38
			30km/h	2.39	3.02	2.70
			40km/h	7.76	4.88	6.32
			50km/h	4.06	3.38	3.72
			60km/h	9.94	2.82	6.38
	PF	241	10km/h	1.20	0.83	1.01
			20km/h	6.83	2.41	4.62
			30km/h	6.08	2.45	4.27
			40km/h	4.75	4.04	4.40
			50km/h	5.09	4.14	4.62
			60km/h	5.82	5.25	5.53
	PSCI	278	10km/h	1.30	0.42	0.86
			20km/h	5.02	1.25	3.13
			30km/h	9.43	6.41	7.92
			40km/h	7.65	5.42	6.53
			50km/h	9.36	7.79	8.57
			60km/h	11.39	8.81	10.10

Table 7 Frequency Band of STB Bridge

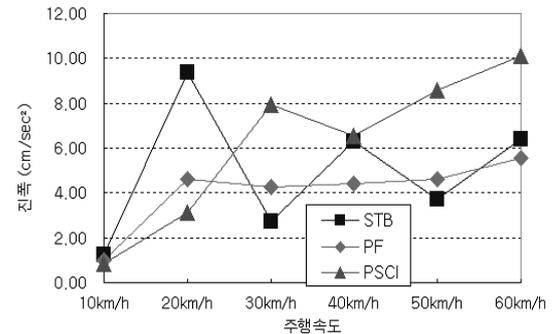
Maximum Amplitude	Vehicle Passes Part ^①	Aftershock Part ^②	Average Amplitude ^{(①+②)/2}
Dis. (cm)	(0.56-0.46)/2 = 0.05	(0.01+0.02)/2 = 0.02	(0.05+0.02)/2 = 0.03
Acc. (cm/sec ²)	(12.78+15.10)/2 = 13.94	(4.01+5.64)/2 = 4.83	(13.94+4.83)/2 = 9.38

Table 8 Amplitude for Each Running Speed

Bridge Type	Frequency (Hz)	Division	Average Amplitude for Each Speed (km/h)					
			10	20	30	40	50	60
STB	2.26	처짐 (cm)	0.01	0.03	0.02	0.07	0.01	0.02
		가속도 (cm/sec ²)	1.26	9.38	2.70	6.32	3.72	6.38
PF	1.67	처짐 (cm)	0.03	0.04	0.06	0.02	0.00	0.01
		가속도 (cm/sec ²)	1.01	4.62	4.27	4.40	4.62	5.53
PSCI	2.11	처짐 (cm)	0.02	0.04	0.08	0.04	0.00	0.01
		가속도 (cm/sec ²)	0.86	3.13	7.92	6.53	8.57	10.10



(a) Displacement



(b) Acceleration

Fig. 13 Dis. and Acc. Amplitude for Each Running Speed

4.2 교량의 진동등급 평가

Table 8과 같이 해석에 의해 분석된 교량의 주요진동수와 평균진폭값을 Fig. 14와 같이 Meister진동평가기준에 대입하였고 교량형식별 설계 차량하중에 대한 최종 진동등급은 Table 9와 같다.

교량형식별 최종 진동사용성 등급은 모두 B등급 수준으로 나타났고 해석에 의한 진동평가시 가속도 진폭에 의한 진동평가가 처짐에 의한 진동등급 보다 다소 불리하게 나타남을 알 수 있었다. 이와 같이 처짐 및 가속도 진폭에 대한 진동사용성이 서로 다르게 평가되는 것은 다른 실험

Table 9 Evaluation for Vibration Serviceability

Bridge Type	Running Speed	Dis. Rating	Acc. Rating	Rating	Remark
STB	10km/h	E	D	D	□
	20km/h	D	B	B	□
	30km/h	D	C	C	□
	40km/h	D	B	B	□
	50km/h	E	C	C	□
	60km/h	D	B	B	□
Final Grade	B (unpleasant)				
PF	10km/h	D	D	D	◇
	20km/h	D	C	C	◇
	30km/h	D	C	C	◇
	40km/h	E	C	C	◇
	50km/h	E	C	C	◇
	60km/h	E	B	B	◇
Final Grade	B (unpleasant)				
PSCI	10km/h	D	D	D	△
	20km/h	D	C	C	△
	30km/h	D	B	B	△
	40km/h	D	B	B	△
	50km/h	E	B	B	△
	60km/h	E	B	B	△
Final Grade	B (unpleasant)				

Table 10 Vibration Characteristics by Meister Curve

Bridge Type	Rating	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)	E (%)
STB	Dis.				67	33
	Acc.		50	33	17	
PF	Dis.				50	50
	Acc.		17	66	17	
PSCI	Dis.				67	33
	Acc.		66	17	17	

Table 11 Vibration Serviceability through Field Experiments

Bridge	Bridge Type	Bridge Lengths	Design Load	Final Grade
I	STB	50m+50m+50m	DB-24	B
K	PF	40m+40m	DB-24	C
S	PSCI	30m+30m	DB-18	C

적 연구결과(김상효 등, 2000)에서도 검토된 바 있다. 교량형식별로 동일한 조건에서 해석하였기 때문에 비교의 목적으로 주어진 형고비로 45m의 단경간 교량에서는 Table 10의 진동 등급의 분포를 볼 때 프리플렉스교량의 진동사용성이 다소 유리한 것으로 나타났다.

Meister진동감각곡선에서 알수 있듯이 동일 진동진폭을 가지더라도 고유진동수가 처짐의 경우는 높을수록, 가속도의 경우도 약 3Hz 까지는 높을수록 등급이 불리하게 나타나므로 고유진동수가 상대적으로 낮은 프리플렉스교량의 진동등급 분포가 다소 유리하였다.

본 연구대상 교량들이 공용중일 경우 평가등급을 가늠해 보기위해 Table 11과 같이 공용중인 교량의 계측결과에 의한 평가등급을 참고(한국시설안전 기술공단, 2000)해 보았다. 따라서 본 해석에 의한 진동평가 결과를 절대평가로 판단하기에는 다소 무리가 있으나 설계 초기단계에서 진동사용성의 추정 또는 상대비교의 검토목적으로 본 연구의 해석적 진동평가 과정은 적당하고도 실용적인 방법이라 판단된다.

5. 결론

본 논문은 교량의 진동평가를 위해 Meister진동감각곡선을 이용하여 교량형식별 시간이력 해석에 의한 진동평가를 각각 실시하고, 해석적 방법의 적정성을 확인하였다. 장경간 교량의 설계단계에서 진동사용성을 검토할 수 있는 해석적 평가과정을 제시하였으며 그 연구결과를 정리하면 다음과 같다.

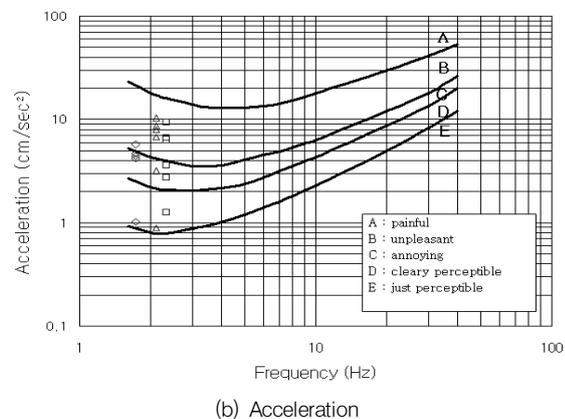
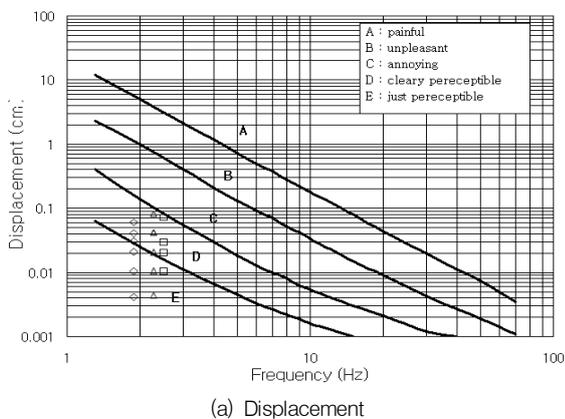


Fig. 14 Evaluation for Vibration Serviceability by Meister Curve

- 1) 실제 설계되고 시공가능한 45m의 동일한 시간 및 주행조건을 가진 단경간 교량들에 대해 해석적으로 진동사용성을 평가한 결과 최종 등급에서는 모두 B 등급의 동일한 수준이나 주행속도별 진동등급 분포는 불리한 순으로 PSCI, STB, PF교로 나타났다.
- 2) Meister진동감각곡선에서 알 수 있듯이 고유진동수가 높아질수록 처짐의 경우 진폭이 줄어들고 가속도의 경우도 부분적으로 유사하므로 진폭이 동일한 수준이라도 강성인 큰 PSCI교의 고유진동수가 PF교보다 높아 주행속도별 진동사용성 분포가 다소 불리하게 나타났다.
- 3) PSCI교가 장경간일 때는 자중이 증가하여 STB교보다 고유진동수가 낮게 나타났고 STB교와 비슷한 수준의 진동등급 분포를 보였다.
- 4) 형식별 장경간 교량해석에서 진동사용성의 변화는 차량 주행속도에 비례하지 않았으며 특정한 고유치에 의해 특정 속도에서 진동진폭이 커짐을 알 수 있었다.
- 5) 해석에 의한 진동평가 결과를 절대평가로 판단하기에는 다소 무리가 있다. 그러나 제시된 해석적 진동평가 과정은 장경간 교량의 설계 초기 단계에서 진동사용성 추정 및 상대비교의 목적으로 실용적인 검토방법이라 사료된다.

1. 광계환, 황해성, 장화섭, 김우중, 김희욱, "PDA와 광섬유 센서를 이용한 교량의 무선계측 시스템 개발", 구조물진단학회지, 제13권, 제1호, 2009, pp.93-94.
2. 김상효, 마호성, 조광일, 최문석, "동적해석을 통한 강구조물의 진동사용성 평가방법", 한국강구조학회 학술대회 발표집, 2009, pp.256.
3. 김상효, 전귀현, 이용선, 문승재, 고수경, "공용중인 교량의 통행차량에 의한 진동사용성평가", 한국구조물진단학회 가을학술발표회 논문집, 2000, Vol.4, No.2, pp.189~194.
4. 마이다스아이티, MIDAS로 배우는 교량구조실무, 기문당, 2002.
5. 한국시설안전 기술공단, "교량의 진동·처짐에 대한 사용성 측면에서의 평가절차 수립", 2000.
6. Postlethwaite, F., "Human Susceptibility to Vibration", Eng.J. 157, 1994, pp.61-63.
7. Reiher, H. & Meister, F. J., "Sensitivity of Human to Vibration", Forsch Auf dem Geb. Des Ingen. Vol. 2, No. 11, 1931, pp.381-386.

(접수일자 : 2010년 8월 6일)

(수정일자 : 2010년 10월 13일)

(심사완료일자 : 2010년 10월 29일)

요 지

현재 교량구조물의 진동과 관련된 규정이나 시방지침이 미비한 상태여서 장경간 교량설계시 진동사용성에 대한 검토가 전혀 수행되지 않고 있다. 본 연구는 교량의 진동사용성 평가를 위해 Meister진동감각곡선을 이용하여 동일한 시간 및 도로폭을 가진 단경간 형식별 교량에 대해 해석적인 방법으로 평가를 실시하고자 한다. 구조해석 프로그램 MIDAS를 사용하여 각 교량의 거더는 프레임 요소로 하고 슬래브는 판요소로 모델링하여 설계 차량의 이동하중을 적용하여 시간이력해석을 수행하였다. 시간 이력해석에 의한 처짐 및 가속도 진폭을 Meister의 진동감각곡선을 이용하여 교량형식별 진동사용성을 비교 평가함으로써 장경간 교량의 설계단계에서 진동사용성을 검토할 수 있는 해석적 프로세스를 제시하였고 적절한 방법임을 확인하였다.

핵심 용어 : Meister 감각곡선, 진동사용성, 장경간, 처짐, 가속도, 인체감각