

베인 부착율에 따른 사장교 보강거더의 와류진동 응답평가실험

Experimental result of vortex-shedding response of cable stayed box girder with different vane attachment ratio

서주원†·이원표*·정지만**·김기남***

Juwon Seo, Wonpyo Lee, Ziman Zung, Ginam Kim

강거더 부분 30m를 상사율 1/36로 모형화하여, 저풍속역에서의 와류진동 억제를 위한 공기역학적 제진방안(Vane 적용)을 검토하였다.

1. 서 론

와류진동은 구조물의 후류로 방출되는 주기적인 와류와 구조물의 고유진동수가 근접할 경우, 와류방출에 동반한 유체력의 변동에 의해 구조물에 진동이 발생하는 현상이다. 일반적으로 와류진동은 폐단면 혹은 구조물의 감쇠나 질량이 작은 구조물에 발생하기 쉬우며, 비교적 저풍속, 그리고 한정된 풍속역에서 발생하기 때문에, 와류진동의 발생빈도가 높고 구조물의 피로, 시공성, 사용성 등에 영향을 미칠 수 있다. 본 연구에서는 중앙경간장 344m의 강사장교의 보강거더에 발생한 연직와류진동의 제진대책 수립을 위해 2차원 보강거더 단면에 대한 풍동실험을 수행하였으며, 실험결과에 기초하여 와류진동의 제진대책을 수립하였다.



그림 1. 대상교량 보강거더의 연직와류진동

2. 와류진동 발생의 개요

본 연구에서 대상으로 하는 강사장교는 공용중 6~16m/s의 풍속범위에서 연직와류진동에 의한 사용성 악화(271gal, 환산연직변위 43cm)로 인하여, 이에 대한 원인규명과 제진대책 마련을 위하여 2차원 주형단면 모형에 대한 풍동실험을 수행하였다. 케이블 교량에 대한 국내외 지침안에 따르면, 와류진동의 사용성 기준은 대략 20 m/s 이하의 풍속범위에서 50gal(1차 연직진동모드에 대한 환산변위 약 8cm) 정도로 제시되어 있다. 한편, 20m/s 이상의 고풍속역에서는 바람의 베펜딩 성분이 지배적이기 때문에, 와류진동에 의한 사용성 기준을 규정하고 있지 않다.

2007년 4월 8일 본 연구의 대상교량에서 측정한 연직가속도 271gal의 환산진폭이 43cm임을 감안하면, 국내외의 각 지침안에서 규정하고 있는 와류진동 사용성 기준을 크게 초과하는 것을 알 수 있다. 따라서, 본 교량 중앙경간의 보

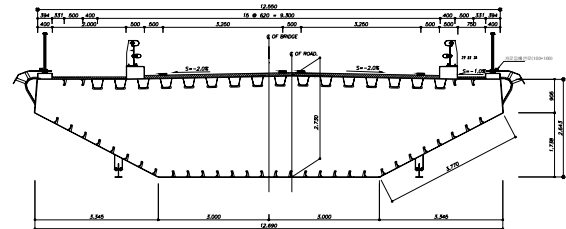


그림 2. 보강거더 단면도

3. 베인의 부착율에 기초한 와류진동의 제진

본 교량의 중앙경간(344m)에 있어서, 내풍안정화 부재인 Vane의 연속설치구간은 223m(중앙경간의 64%)로 계획되어 있었으나, 그림 3과 같이 케이블 정착단과의 간섭으로 인해 불연속적으로 설치되었다. 실제 설치구간은 176m로서, 중앙경간의 약 51.4%정도이다.

본 교량의 중앙경간부에 있어서, Vane의 불연속적인 설치를 고려하여, 41.2%~100%의 Vane 부착율 범위를 대상으로, 주형단면의 2차원 풍동실험을 수행하였다(그림 4).

실험결과(그림 5), 중앙경간에 연속적으로 Vane이 설치된

† 현대건설 기술개발원
E-mail : jwseo@hdec.co.kr
Tel : (031)280-7088, Fax : (031) 280-7061

* , *** 현대건설 기술개발원
** 여수산단진입도로공사 3공구(현대건설)

것으로 가정한 ‘부착율 100%’에 있어서는 모든 영각에 대해 연직와류진동이 발생하지 않았다. 그러나, Vane의 부착율을 점차적으로 감소시킴에 따라, 연직와류진동이 발생하게 된다. 또한, 본 교량의 중앙경간부에 있어서 Vane 실제 부착율이 51.4%인 점, 그리고 와류진동에 대한 사용성 기준(변위의 관점)이 약 8cm인 점을 고려하면, 중앙경간부에 있어서 Vane의 부착율을 70%이상 확보할 필요가 있다고 판단된다.



그림 3. 불연속적인 Vane의 설치

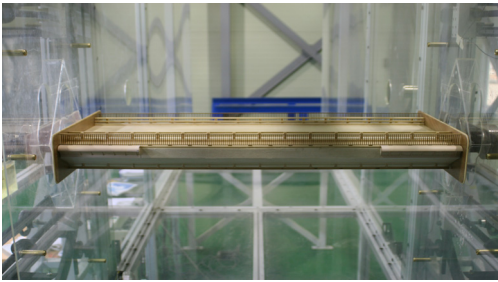


그림 4. Vane 부착율 41.2% 보강거더 모형

이러한 검토결과에 근거하여, 보강거더에 발생한 와류진동 제진을 위한 Vane의 설치구간을 결정하였다. 주탑에 가까울수록 제진능력이 비효율적이므로, 양주탑으로부터 중앙경간의 15%에 해당되는 구간을 제외한 나머지 70% 구간에 대해 그림 6과 같이 Vane을 설치를 계획하였다.

즉, Vane의 현재 설치구간에 대해 양쪽으로 17m씩, 총 34m를 추가로 설치하되, 기존의 케이블 정착단의 간섭에 의한 Vane의 불연속 구간도 가능한 연속화하도록 개선시공의 계획을 수립하였다.

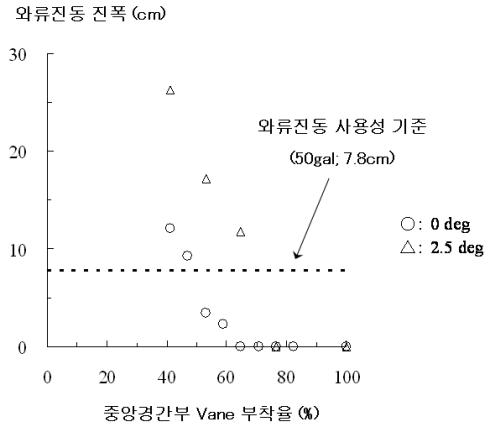


그림 5. Vane 부착율에 따른 와류진동 진폭

4. 결론

본 교량의 중앙경간부에 대한 Vane의 개선시공은 2008년 9월말 완료되었으며, 현재까지 보강거더의 와류진동 및 이상진동은 발생되지 않고 있다. 추후 지속적인 모니터링을 통해 본 교량의 공력진동 발생여부를 검토해 나갈 예정이다.

감사의 글

본 연구의 수행에 있어서 많은 도움과 조언을 주신 (주)티이솔루션과 전북대학교의 권순덕 교수님께 깊이 감사드립니다.

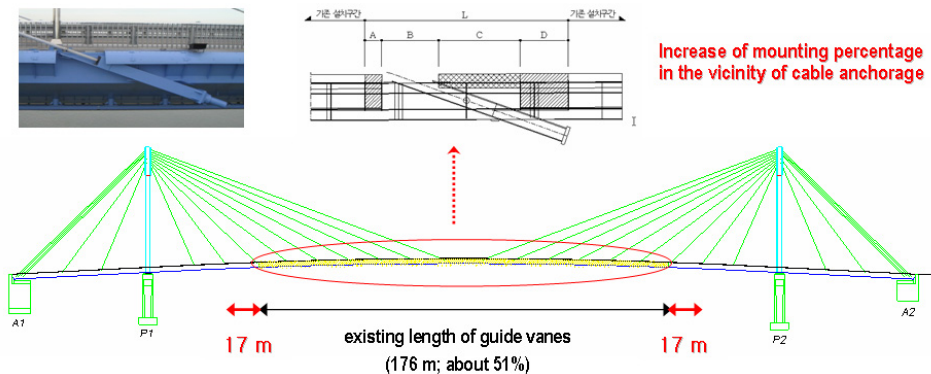


그림 6. Vane의 개선시공안