물곡2교(상,청평방향)
정 밀 안 전 진 단
재 하 시 험 계 획 서

2021. 04

(주) 명성엔지니어링

목 차

제1장 과업의 목적 ····· 1

제2장 대상시설물 현황 ····· 1

제3장 대상시설물 위치도 ····· 1

제4장 재하시험 ····· 2

4.1 재하시험의 개요 ····· 2

4.2 사용 장비 ····· 3

4.3 게이지 부착위치 및 재하별 경우 ····· 4

4.3.1 정적 재하시험 방법 ····· 8

4.3.2 동적 재하시험 방법 ····· 9

4.4 재하시험 결과분석 ····· 10

4.4.1 재하시험에서 획득한 데이터 분석 예 ····· 10

4.4.2 재하시험 측정값을 활용한 내하력 검토 방법 ····· 10

제 1 장 과업의 목적

본 과업은 물곡2교(상, 청평방향)에 대한 재하시험(정·동적 거동 평가)을 실시하여, 구조물 거동값(변형률, 처짐 및 고유진동수 등)을 측정하고 그 결과를 토대로 구조물의 안전성 평가 및 내하력 평가를 실시하는데 그 목적이 있다.

제 2 장 대상시설물 현황

구분	위치	노선명	연장(m)	폭(m)	설계하중	재하시험 위치	비고
물곡2교 (상, 청평방향)	경기도 가평군 상면	국도 37호선	150.0	10.5	DB-24	S2(L/2) ~S3(3L/8)	-

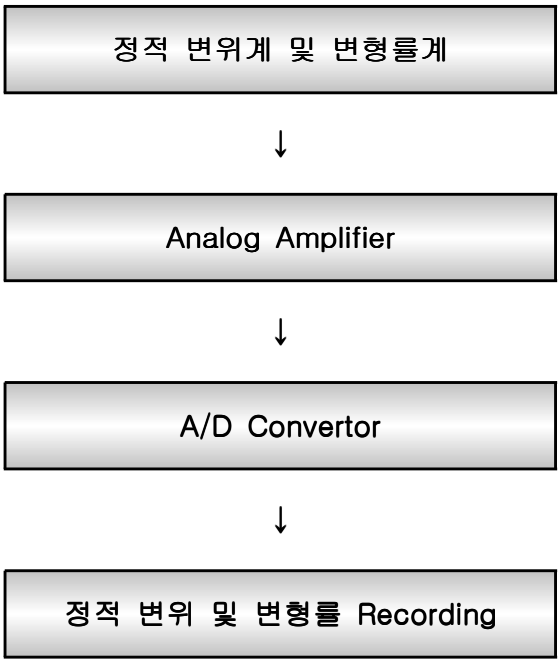
제 3 장 대상시설물 위치도

제 4 장 재하시험

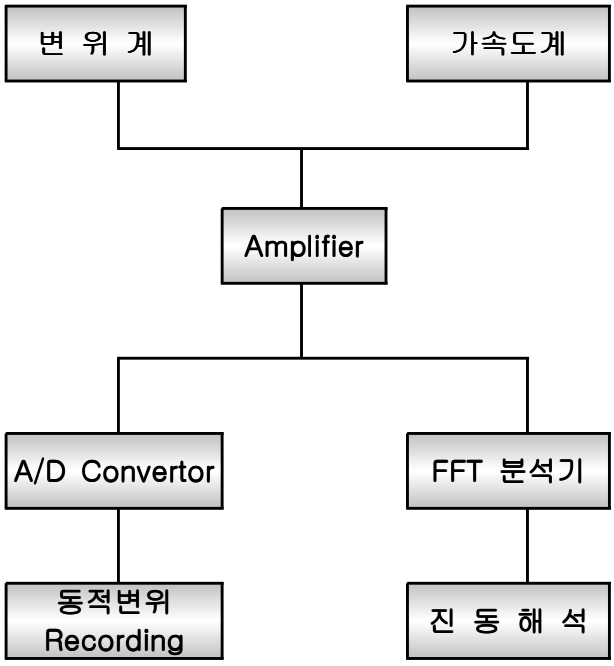
4.1 재하시험의 개요

재하시험은 실험적인 방법으로 교량의 거동을 해석하는 방법으로서. 정해진 규정에 따라 교량의 탄성거동에 영향을 주지 않는 크기로 결정된 기지의 하중을 교량의 특정 부위에 직접 재하하여 교량을 구성하는 주요 부재들의 실제거동을 관찰 및 계측하여 교량의 실제내하력을 정량화시키기 위함

- **교량의 실제 정적 및 동적거동 평가**
- **처짐, 진동 등에 대한 사용성 검토**
- 새로운 해석방법 및 설계기법의 검증
- 교량의 결함원인의 분석 및 규명
- 교량의 동특성(진동수, 진동모드)평가



<정적재하시험 측정과정>



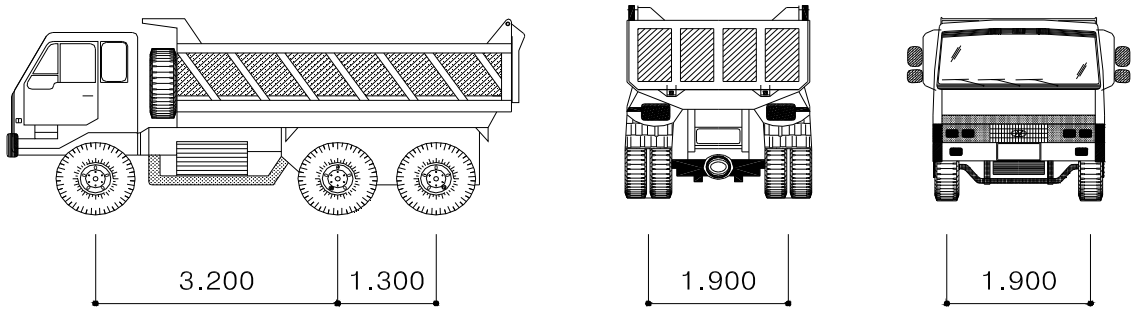
<동적재하시험 및 가속도 측정과정>

4.2 사용 장비

장 비 명		모 델 명	규 격	제 조 원	용 도
측정 장비	재하시험장비	STC-16NB	16Ch	삼연기술	재하시험 센서값 측정
	컴퓨터	Note book	-	삼성	DATA 수집 및 분석
	DAQ 카드	NI-DAQ	-	National Instruments	DATA 변환
	변위 게이지	CDP-30	30mm	Tokyo Sokki	정·동적 처짐 측정
		OU-50	50mm		
	가속도 게이지	ARF-A	1축	Tokyo Sokki	구조물의 진동 측정(동적)
	변형률 게이지	FLA-5-11-1L (강재용)	접착식	Tokyo Sokki	정·동적 변형률 측정
	리드와이어	소켓식(4선)	-	한국	게이지와 재하시험장비 연결

재하시험 본체	변위게이지	변위게이지	가속도게이지	변형률게이지

◎ 시험차량 제원 및 하중 산정방법



※ 시험차량 총중은 약 25ton~28ton 1대 사용

※ 시험차량 하중은 계근을 실시하여 하중산정

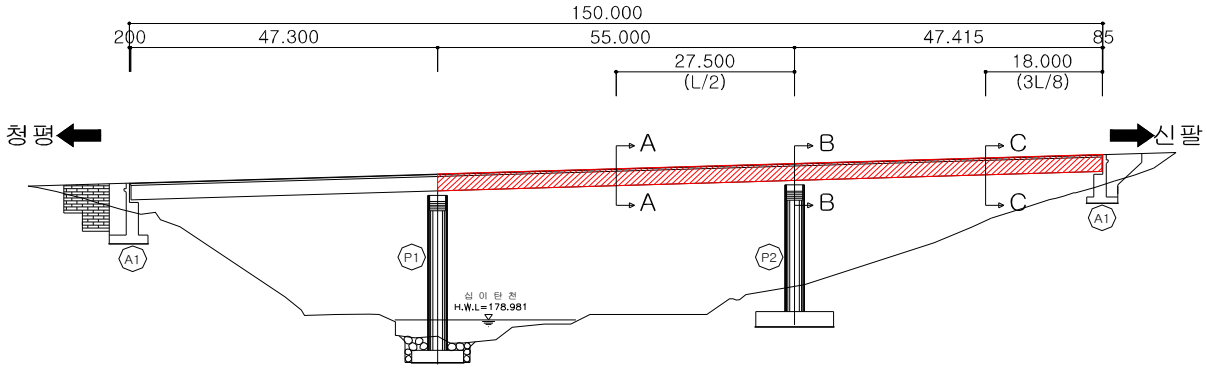
4.3 게이지 부착위치 및 재하 경우

재하시험 경간을 선정함에 앞서 외관조사 결과를 검토하였으며, 전구간이 비슷한 손상 상태를 보이고 있으므로 현장 작업의 안전성, 접근의 용이성 등을 고려하여 2,3경간 정모멘트부 와 P2(지점부)를 선정하였다. 대상 경간의 구조적 최대처짐(변위) 및 모멘트 발생구간에 대해 게이지를 부착 및 재하시험을 계획을 수립하여 다음과 같이 도식화 하였다.

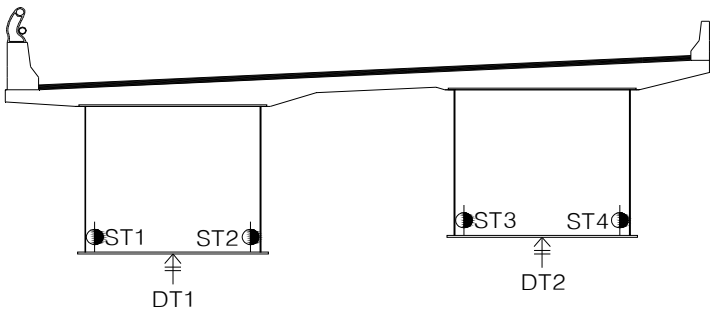
1) 게이지 부착위치

대상 경간의 구조적 최대처짐(변위) 및 모멘트 발생구간에 대해 게이지를 부착 및 재하시험을 계획을 수립하여 다음과 같이 도식화 하였다.

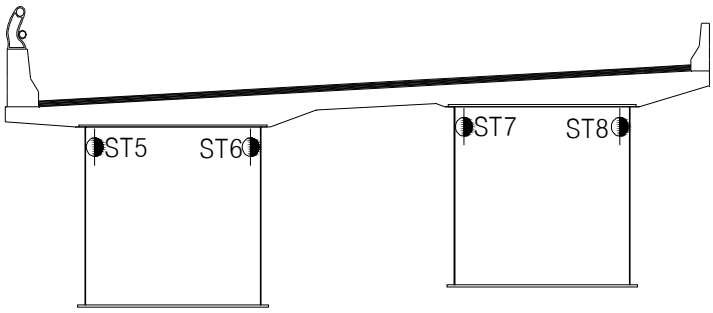
물곡2교(상, 청평방향)



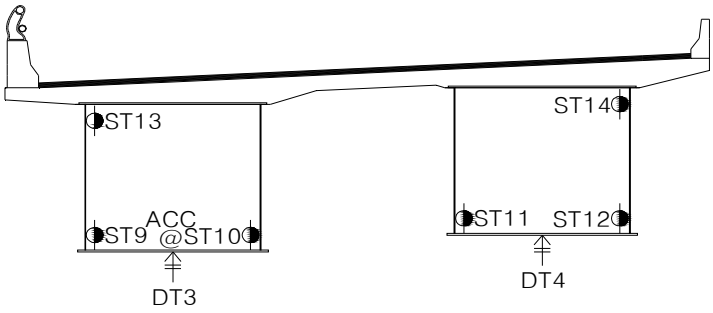
게이지 부착위치



단면 A-A	
변형률	4
변 위	2



단면 B-B	
변형률	4

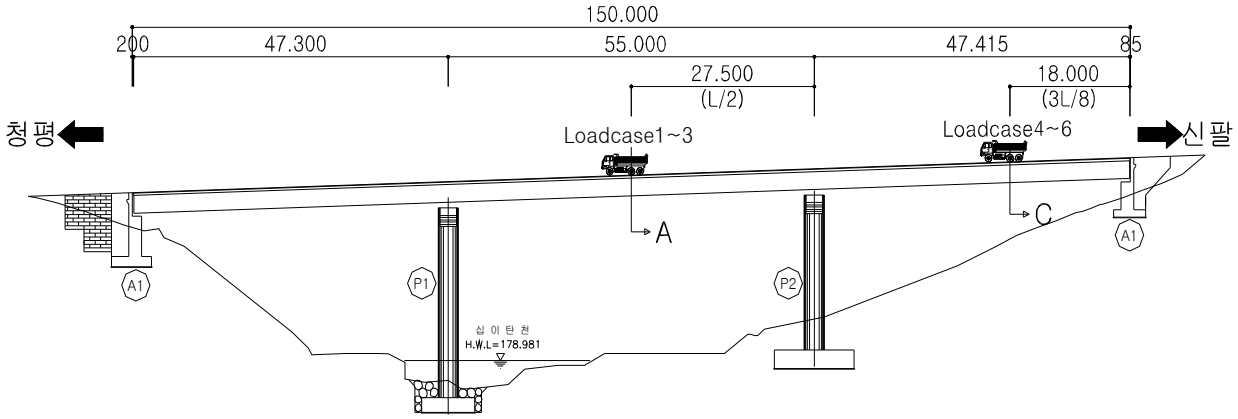


단면 C-C	
변형률	6
변위	2
가속도	1
총	19 EA

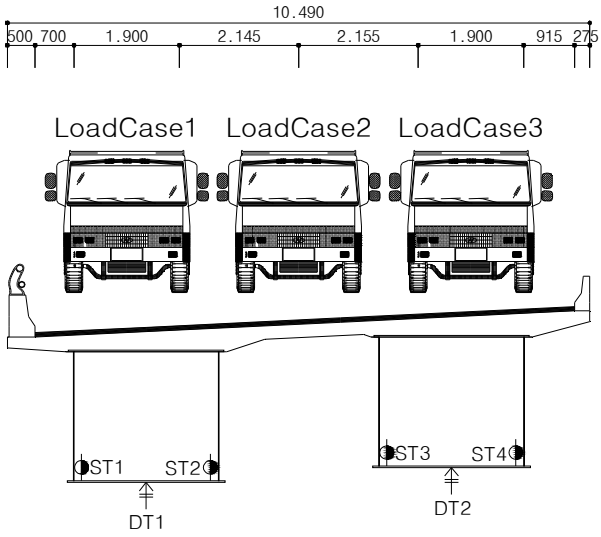
※ 현장여건에 따라 게이지 부착위치 및 수량 변경됨

2) 정적재하 경우

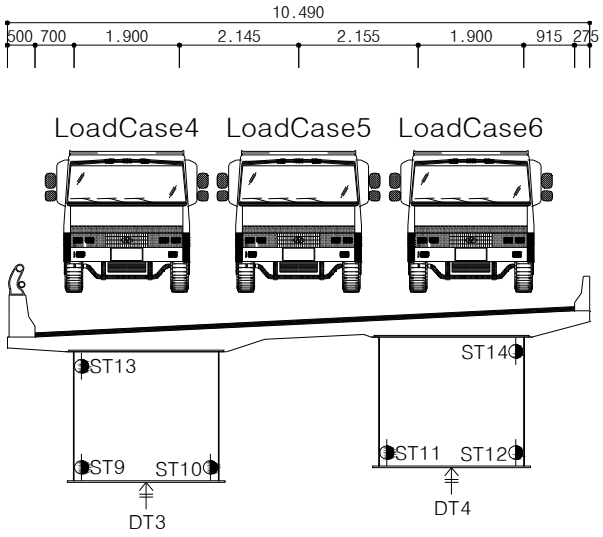
물곡2교(상, 청평방향)



종방향 정적재하 경우



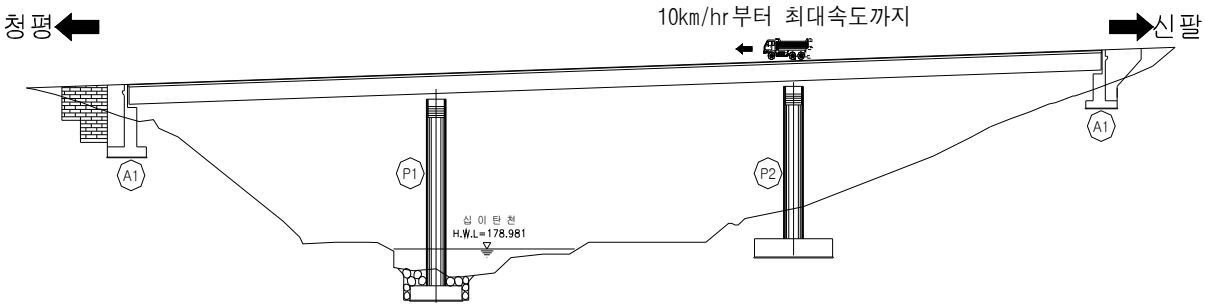
A-A 단면



C-C 단면

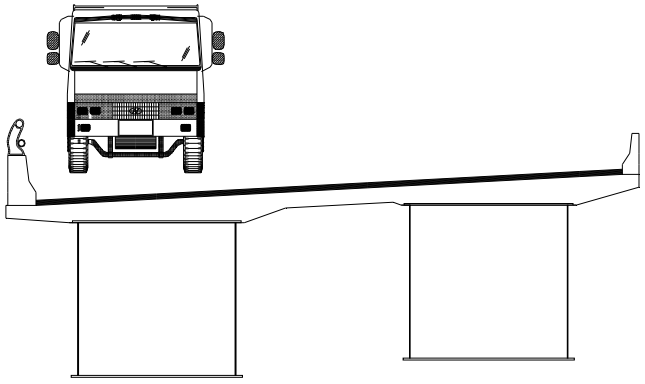
3) 동적주행 방향 및 위치

물곡2교(상, 청평방향)



종방향 동적주행 방향 및 위치

횡방향 주행위치



※주행 차선은 현장여건에 따라 달라질 수 있음.

횡방향 동적주행 방향 및 위치

4.3.1 정적 재하시험 방법

(1) 개요

정적재하시험은 정적하중이 재하 되었을 때의 처짐 또는 변형률의 변화량을 측정하여 교량의 거동을 분석하고, 실측값과 이론값과 차이를 비교·분석하여 교량의 정확한 내하력을 평가하기 위한 기초자료로 사용하는데 그 목적이 있다.

(2) 시험범위

① 하중 횡분배 상태 파악

② 이상거동 유무 판단

③ 계산처짐(응력)과 측정처짐(응력)의 비교(응답비 산출)

(3) 시험 방법

① 재하시험은 시험차량 이외에 다른 하중이 없도록 완전히 통제된 상태에서 실시

② 재하경우별로 시험경간에 시험차량을 포함한 활하중이 전혀 재하되지 않은 상태에서 매 재하경우마다 “0”점 조정을 실시하여 시험결과를 정리할 때 반영토록 함

③ 상부구조의 진동, 소음, 충격 등이 측정결과에 영향을 미칠 수 있으므로 시험차량의 진동을 제어하고 구조체의 응답시간을 고려하여 약 1분 정도의 측정대기 시간을 두고 측정

④ 활하중 재하위치는 설계조건을 고려하여 계측 대상부재에 최대응답이 발생하도록 결정함

⑤ 현장여건에 따라 주행시켜 시험하는 의사정적 재하시험을 수행 가능함 (단, 동적속도는 저속상태로 주행하며, 동적효과를 제거한 후 정적값을 취함)

4.3.2 동적재하시험 방법

(1) 개요

동적재하시험은 대상교량의 실측충격계수와 실고유진동수 등의 동적특성을 파악하기 위하여 실시

(2) 시험범위

① 교량의 동적특성 측정

② 충격계수, 고유진동수 측정

③ 계산처짐(응력)과 측정처짐(응력)의 비교(응답비 산출)

(3) 시험 방법

- 주행시험

① 시험차량 이외에 다른 하중이 없도록 완전히 통제된 상태에서 실시

② 시험차량의 주행속도는 최저 10km/h에서부터 현장여건상 가능한 설계 주행속까지 현장여건에 따라 속도를 증가시키면서 교량의 동적응답신호를 측정

③ 측정결과를 이용하여 교량의 충격계수, 동적변형률, 가속도, 진동주기, 고유 진동수에 따라 사용성 측면에서의 교량진동 특성을 분석

- 동적특성 시험

① 교량의 동적특성 즉 고유진동수, 모드형상을 구하는 시험으로서 가속도계 및 변위계로 측정하는 시험

② 공용중인 교량에서 기간 경과에 따른 동특성의 차이로 교량의 손상정도를 평가

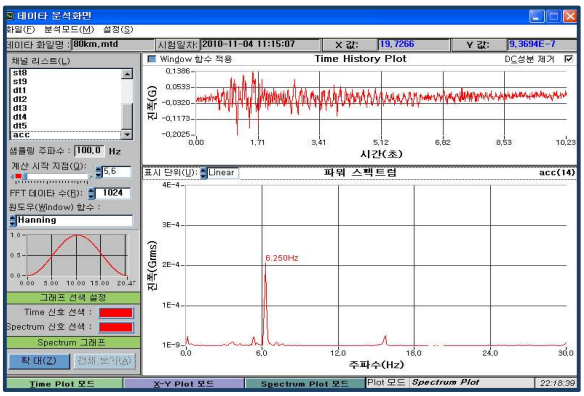
(4) 재하 경우

구 분	내 용	비 고
1	10km/h 속도 주행	- 주행조건 양호 시 - 주행방향 : 종점→시점
2	•	
3	•	
4	•	
5	•	
6	최고속도 주행	

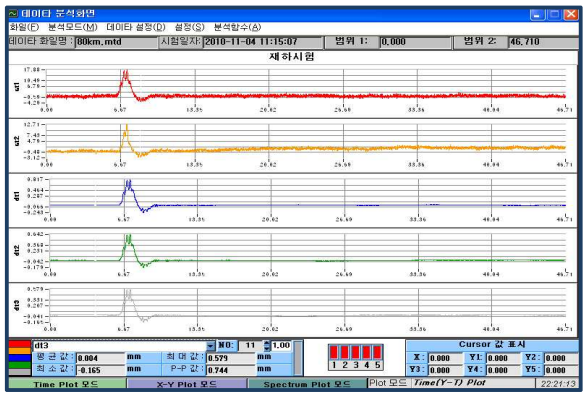
※ 시험차량의 속도 및 주행방향은 현장여건 및 시험가능 시간에 따라 조정 가능함

4.4 재하시험 결과분석

4.4.1 재하시험에서 획득한 데이터 분석 예



실측 고유진동



처짐 및 변형률의 시간이력 곡선

4.4.2 재하시험 측정값을 활용한 내하력 검토 방법

허용응력법 설계법	강도 설계법
• 내하율 $RF = \dfrac{f_a - f_d}{f_l(1+i)}$ 여기서, f_a = 실측 허용응력 f_d = 실측 고정하중에 의한 응력 f_l = 설계 활하중에 의한 응력 i = 도로교 설계기준에서 제시한 설계 충격계수	• 내하율 $RF = \dfrac{\Phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l(1+i)}$ 여기서, ΦM_n = 극한 저항모멘트 M_d = 실측 사하중 모멘트 M_l = 설계 활하중 γ_l = 활하중 계수 = 2.15 γ_d = 사하중 계수 = 1.30 i = 도로교 설계기준에서 제시한 설계 충격계수

• 공용내하력 : $P = K_s \times RF \times P_r$

여기서, RF = 내하율 P_r = 설계 활하중

K_s=응력보정계수(= $\dfrac{\varepsilon_{계산}}{\varepsilon_{실측}} \cdot \dfrac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$) 또는 처짐보정계수 (= $\dfrac{\delta_{계산}}{\delta_{실측}} \cdot \dfrac{1+i_{계산}}{1+i_{실측}}$)

$i_{계산}$ = 도로교의 경우 도로교 설계기준에 의한 충격계수

$i_{실측}$ = 동적재하시험으로부터 평가된 최대 충격계수

$\varepsilon_{계산}(\varepsilon_{실측})$ = 이론적인 변형률(실측 변형률)

$\delta_{계산}(\delta_{실측})$ = 이론적인 처짐량(실측 처짐량)