

비측정용 디지털 카메라를 이용한 철도교량의 3차원 변형해석 기법개발

The Technique Development for 3D Deformation Analysis of Railroad Bridge Using the Non-metric Camera

이효성¹⁾ · 안기원²⁾ · 박병욱³⁾ · 신석효⁴⁾

Lee, Hyo Seong · Ahn Ki Weon · Park, Byung Uk · Shin, Seok Hyo

¹⁾ 정회원 · 순천대학교 공과대학 토목공학과 교수(E-mail: hslee@sunchon.ac.kr)

²⁾ 정회원 · 경상대학교 공과대학 토목공학과 교수(E-mail: kwahne@gsnu.ac.kr)

³⁾ 정회원 · 한경대학교 공과대학 토목공학과 교수(E-mail: ukpark@hknu.ac.kr)

⁴⁾ 정회원 · 특허청 특허심사관(E-mail: car1999@kipo.go.kr)

Abstract

This study is to measure 3d deformation of railroad-bridge of steel structure using the non-metric high-resolution digital camera. Measuring the deformation is to be utilized relative orientation using the coplanarity for reduction of the field survey and efficiency of the work. The results are compared with deformation by exterior orientation parameters, which are computed from 3d measurement of control points by the Total-station. Then accuracy of the utilized method will be verified.

▶ Keywords : 3d deformation of railroad-bridge, digital camera, relative orientation, exterior orientation parameters

요 지

본 연구에서는 고해상도의 비측정용 디지털 카메라를 이용하여 강구조 철도교량의 3차원 변형량을 측정하고자 하였다. 변형량 측정은 현장관측 시간을 단축하고, 작업의 효율을 높이기 위해 공면조건에 의한 상호표정 방법(기준 타겟점의 3차원 측량이 필요 없다)을 적용하고자 한다. 이 방법으로 측정한 변형량을 토탈스테이션을 이용하여 기준점의 3차원 측량으로 구한 외부표정요소로부터 획득한 변형량과 비교하여, 적용방법의 정확도를 확인하고자 한다.

▶ 핵심어: 철도교량의 3차원 변형량, 디지털 카메라, 상호표정, 외부표정요소

1. 서 론

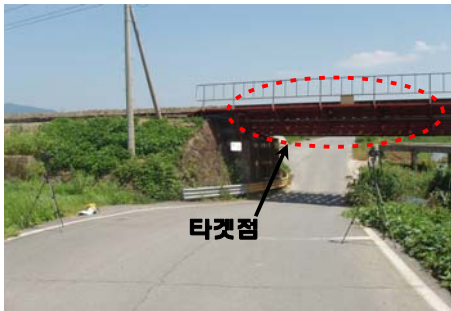
본 연구에서는 고해상도의 비측정용 디지털 카메라를 이용하여 강구조 철도교량의 3차원 변형량 측정을 위해, 공면조건식을 이용한 상호표정 방법을 적용하고자 한다. 상호표정 방법은 좌·우측 입체 영상을 촬영한 카메라의 상대적인 외부표정요소를 구하는 방법으로써 기준 타겟점의 3차원 위치 측정이 불필요하므로 현장 관측시간을 단축하고, 작업의 효율을 높일 수 있다.

또한 본 연구는 토탈스테이션을 이용하여 상호표정을 위한 기준 타겟점의 3차원 위치를

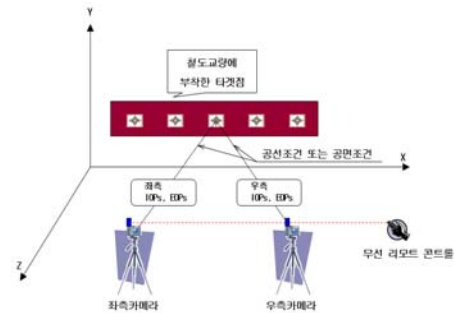
별도 측정하고, 이로부터 공선조건식에 의한 외부표정요소를 구한 후, 3차원 변형량을 구하고자 한다. 이렇게 구한 변형량은 상호표정에 의한 변형량과 비교하여 적용방법의 정확도를 확인하고자 한다.

2. 측정방법

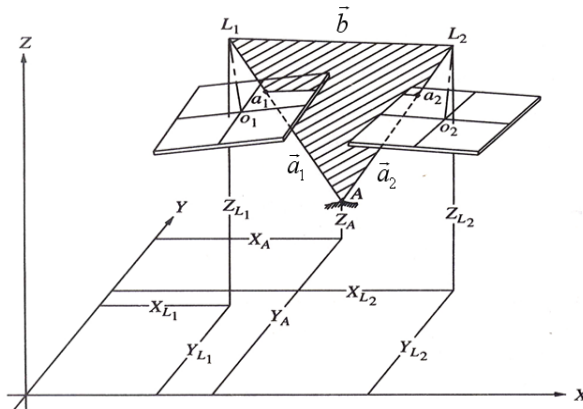
첫 번째, 측정하고자 하는 철도교량에 기준 타겟점을 부착한다[그림 1], [그림 2]. 두 번째, 두 대의 동종카메라와 무선 리모트콘트롤을 사용하여 열차 진입전 교량에 부착된 타겟점을 입체 촬영한다. 세 번째, 두 번째에서 촬영한 카메라의 위치와 자세를 그대로 유지시킨 다음 열차가 교량지점에 진입하면 리모트 콘트롤을 사용하여 입체 촬영한다. 네 번째, 열차 진입전 촬영한 타겟점의 좌, 우 동일 영상좌표와 좌, 우 카메라의 측정거리를 이용하여 상호표정에 의한 두 카메라간의 상대적 외부표정요소를 구한다. 상호표정은 공면조건식으로 구할 수 있다[그림 3]. 마지막으로 타겟점의 3차원 좌표는 앞에서 획득한 상대적 외부표정요소를 이용하여 좌·우영상의 동일 타겟점에 대한 공간 교차식으로 구할 수 있다.



[그림 1] 강구조 철도교량에 부착한 기준 타겟점



[그림 2] 두 대 카메라를 이용한 철도교량 입체촬영



[그림 3] 공면조건

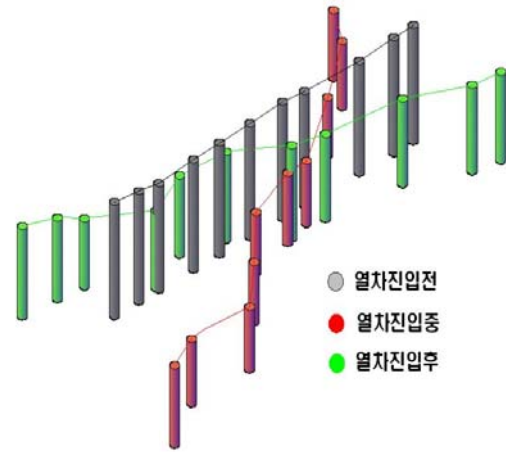
3. 적용실험

본 연구에서는 CCD(Charge Coupled Device)크기가 가로 23.6mm×세로 15.8mm(한 화소 크기: 약0.006mm)인 NIKON D200 디지털 카메라 2대를 사용하였으며, 경전선 예당천 교량

에 부착한 기준 타겟점을 대상으로 열차 진입전과 진입 후의 변형량을 측정하였다. [표 1]과 [그림 4]는 토털스테이션 측정 기준점으로 구한 외부표정요소로부터 계산되어진 기준 타겟점들의 변형량을 나타낸 것이며, 상호표정에 의한 변형량 계산은 아직 실험 중에 있다.

[표 1] 기준점의 3차원 위치측정 후, 카메라 외부 표정요소로부터 획득한 변형량(단위: mm)

측 점	열차 진입 전과 진입 중의 차이 값		
	X	Y	Z
No.1	1.58	-3.61	-18.25
No.2	1.71	-4.73	-14.60
No.3	1.29	-5.11	-13.67
No.4	2.11	-4.88	-14.43
No.5	1.10	-5.34	-9.68
No.6	-0.60	-5.48	-4.82
No.7	-0.32	-4.74	-3.42
No.8	-0.41	-5.30	-2.46
No.9	-2.47	-5.50	3.03
No.10	-3.43	-5.15	7.27
No.11	-5.58	-5.00	10.22



[그림 4] 열차 진입전과 진입 중, 진입 후(열차가 완전히 빠져나간 직 후) 타겟점의 3차원 변형량

기준점 3차원 측정으로부터 외부표정요소 적용에 의한 변위량 측정결과, 처짐 현상과 비틀림 현상이 동시에 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 상호표정에 의한 변형량 파악은 아직 실험 중이므로 이에 대한 비교 분석은 향후 실험 결과를 토대로 수행하고자 한다.

4. 결론

본 연구는 비측정용 디지털 카메라를 이용하여 열차의 반복하중이 철도교량에 처짐현상과 비틀림 현상을 동시에 발생시키는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 상호표정에 의한 변형량 파악은 아직 실험 중이므로 이에 대한 비교 분석은 향후 실험 결과를 토대로 수행하고자 한다.

참고문헌

이효성 (2008), 사진측량용 이동식 표정판을 이용한 모형지반 변형량 측정, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제 26권 제 4호, pp. 323-331.
 Luhmann (2006), *Close range photogrammetry principles, methods and applications*, John Wiley & Sons Inc., New York, pp. 469-493.
 Mikhail, E. M., Bethel, J. S. and McGlone, J. C. (2001), *Introduction to modern photogrammetry*, John Wiley & Sons Inc., New York, pp. 247-275.