

골프장 트러스구조 구조안전성 검토사례

Analysis of structure stability of Golf structure of truss

강 동 균* 윤 성 원** 홍 현 표***
Kang, Dong Gyun Yoon, Sung Won Hong, Hyun Pyo

Abstract

This paper focused on problems of design, construction, and maintenance caused by construction implementation processes. They were analyzed through case study of structure safety diagnosis projects. From the case study, it is expected that the introduction of Construction Management from the first stage of procurement will improve construction cost increase or burden on small design company. It strengthens coherent management from design and source contractor selection to build review of responsibility. The coherency will prevent changes in designing or infirm unreliable construction. It is desirable that expert opinions are considered when structure changes and establishment occur and that, if necessary, actions such as source selection, periodic audits, and diagnosis are checked and fed back to maintenance.

Keywords : design, construction, maintenance, Construction Management, build review of responsibility

1. 서 론

본 논문은 안전진단 과업수행과정과 그 결과에서 나타난 설계, 시공 및 유지관리의 문제에 대하여 사례를 들어 연구하고자 한다.

본 사례의 구조는 골프장 철골트러스구조로서 기 시공되어 사용하던 중 폭설이 내린 후 주요구조부재에서 변위·변형, 접합부 파단 등의 현상이 발생되어 정밀안전진단을 수행하였다.

안전진단은 규격, 치수의 실측을 통한 시공상태 조사(설계도면, 구조계산서 등), 강재규격 상태조사(줄자, Ve-mier Calipers), 용접부 결함 상태조사(방사선투과, 자분탐상), 강재 및 접합부 부식상태 조사(육안), 접합부 연결 상태조사(줄자, Ve-mier Calipers) 등의 상태조사와 함께 주요현황 조사(구조부재의 변형, 탈락, 파단 등), 강재 도막두께 조사(도막두께 측정기), 변위·변형 조사(Transit) 등의 현황조사 후 구조체의 재해석을 실시하고, 각종 현

황의 원인을 분석하여 구조체의 안전성을 판단한 후 그 결과에서 나타난 문제점을 제시하였다.

2. 상태조사

2.1 시공상태 조사

주요 부재에 대하여 설계도서(구조계산서, 설계도면)를 토대로 기 시공상태를 실측 조사하여 비교한 결과, ① 주요부재의 구조평면은 구조계산서와 설계도면이 일부 상이, ② 구조계산서와 설계도면의 접합연결부 상세도의 의미전달 부족, ③ 주요부재의 접합상세도가 설계도면과 상이하게 시공된 것으로 조사되었다.

2.2 강재규격 상태조사

주요 부재에 대하여 설계도면을 토대로 기 시공된 구조체의 규격, 치수 등을 실측 조사하여 비교한 결과, 강재 규격 및 치수의 실측치는 설계 강재규격과 동일한 것으로 조사되었다.

2.3 용접부 결함 상태조사

측정 가능한 용접부에 대하여 의뢰시험(자분탐상, 방사선투과)을 실시한 결과, 6개소에 대하여 결함이

* 정회원, 케이에스엠기술(주) 차장, 공학석사
** 정회원, 서울산업대 건축학부 조교수, 공학박사
*** 정회원, 케이에스엠기술(주) 대표이사, 공학석사

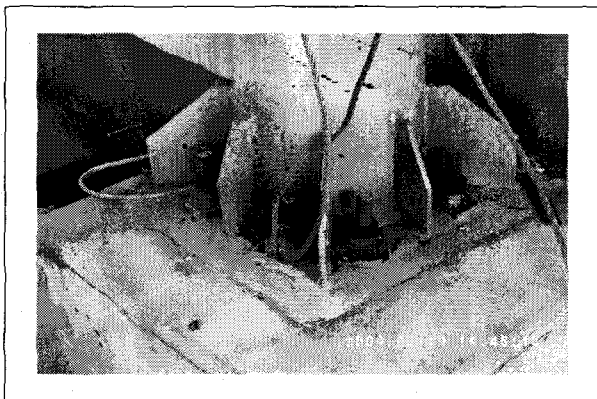
없는 매우 양호한 상태의 합격판정이 되었으나, [표 1]과 같이 2개소 맞댄 용접부는 개선처리를 하지 않고 외면에 용접한 상태로 4등급^[1] 불합격판정으로 검사되었다.

<표 1> 용접부 결함상태 방사선투과시험 결과표

부재	판정 (Dec.)	등급 (G.)	노출방법 (E.)	결함정보 (Defect Name)	
WT2 (X1/Y3-5)	0-1	REJ	4	A	Incomplete Penetration
	1-2	REJ	4	A	Incomplete Penetration
	2-3	REJ	4	A	Incomplete Penetration
	3-0	REJ	4	A	Incomplete Penetration
WT2 (X1/Y5-7)	0-1	REJ	4	A	Incomplete Penetration
	1-2	REJ	4	A	Incomplete Penetration
	2-3	REJ	4	A	Incomplete Penetration
	3-0	REJ	4	A	Incomplete Penetration

2.4 강재 및 접합부 부식상태 조사

주요 부재에 대하여 용접부, 볼트접합부, 강재의 부식을 실측 조사하여 평가기준^[2]과 비교한 결과, ① 용접접합부에서는 용접재 두께의 감소가 평균 5%이상 10%미만, ② 볼트접합부에서는 접합판재에 부분적으로 들뜬 녹이 발생한 상태와 볼트 및 접합판재 두께의 감소가 평균 5%미만, ③ 강재에서는 도막의 평활면에 부식이 발생한 정도와 판두께의 감소가 평균 10%미만 등의 상태로 평가되었다.

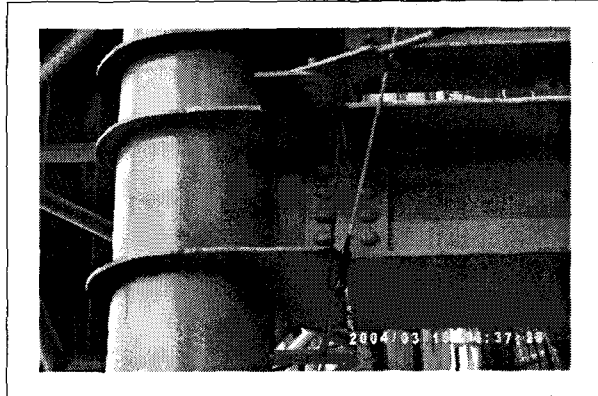


<사진 1> 강재 및 접합부 부식상태

2.5 접합부 연결 상태조사

주요 부재의 접합부에 대하여 설계도면을 토대로

기 시공된 연결상태를 실측 조사하여 비교한 결과, 설계도면과 비교적 동일하게 시공된 것으로 조사되었다.



<사진 2> 접합부(MIC1+TG11) 연결 상태

3. 현황조사

3.1 주요현황 조사

1) 진단대상에 발생되어 있는 부재의 변위·변형, 파단·파손, 탈락 등의 주요현황을 육안으로 조사한 결과, ① Post+수평부재 접합부 파단 및 중심을 벗어난 위치에 연결, ② 수평부재 접합부 파단 및 접합부 연결상태 불량, ③ 사선부재 및 외장재 접합부 변위·변형 및 파단, ④ 브레싱 부재 턴버클 부위 파단·파손 및 탈락 등이 발생한 것으로 조사되었다.

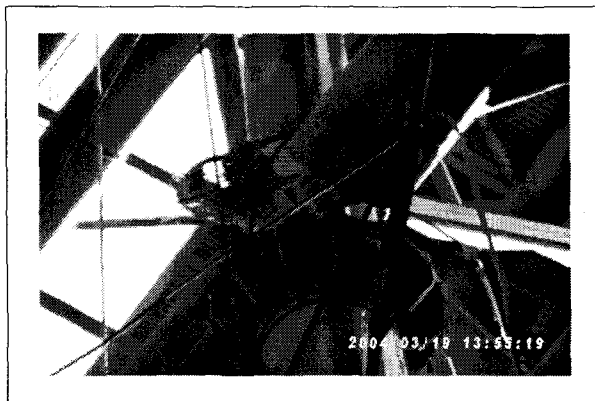


<사진 3> 수평부재 용접접합부 파단상태

2) 진단대상부위에 발생한 각종 현황의 원인으로 는 ① 골프장 그물망 와이어를 임의로 수평부재에 연결 사용, ② 폭설에 따른 눈이 그물망에 쌓여 적재하중으로 작용, ③ 수평부재가 파단되면서 이에

연결된 모든 부재에 파단 및 변위·변형, ④ 브레싱 부재 턴버클 부위 적설하중으로 파단·파손 및 탈락, ⑤ 턴버클 용접두께 부족, ⑥ Post+수평부재 접합 위치 불량, ⑦ 수평부재 연결부 접합불량 등에 의하여 발생된 것으로 추정되었다.

3) 부재의 변위·변형, 파단·파손, 탈락 등 부재에 발생된 주요현황들은 철거 후 재시공하여야 하며, 브레싱 부재는 모재 접합부와 턴버클 연결부에 대하여 보강을 실시하여야 할 것으로 판단되었다.



<사진 4> Post+수평부재 용접접합부 파단상태

3.2 강재 도막두께 조사

주요 부재의 도막두께를 측정된 결과, 77.2 μm ~318.0 μm 으로 측정되었으며, 설계시방서의 도장두께를 확인할 수 없어 비교는 불가하였다. 다만, 부재의 부식이 발생된 개소에 대해서는 녹을 제거하고 다시 도장공사를 실시하는 등의 보수를 하여야 할 것으로 판단되었다.

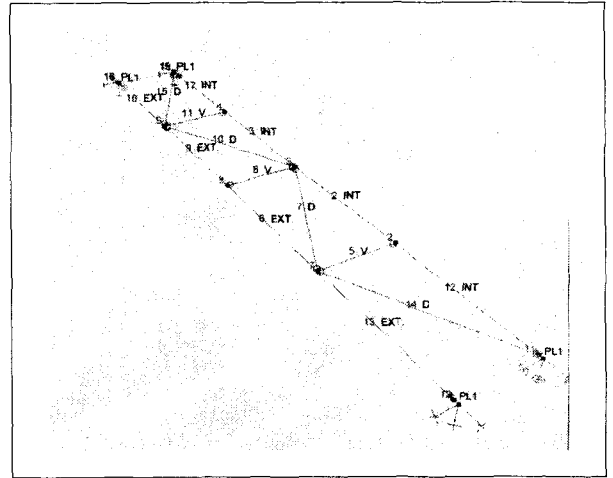
3.3 변위·변형 조사

본 진단대상부위의 철골기둥 SC11의 기울어짐 및 Base Plate의 Level 상태에 대하여 Transit를 사용하여 조사한 결과, 전자의 허용변위량 환산치는 1/373~1/5,271, 후자의 측정변위량은 1/450~1/7,500으로 이는 건물구조상 손상이 발생하는 한계변위량 (1/150)^[2] 내에 있는 것으로 조사되었다.

4. 구조안전성 검토

본 현장조사자료인 부재의 단면 실측, 시공 상태 등과 설계도서를 토대로 해석^[3,4,5]하였으며, 그 결과

는 다음과 같다.



<도면 1> 구조 해석 평면도

1) 주요부재의 구조평면은 구조계산서와 설계도면이 일부 상이한 부분에 대하여 검토한 결과, 부재의 축방향 응력, 휨응력의 허용응력/작용응력의 비가 2.48~12.0, 7.6~15.66으로 대부분 내력을 확보하는 것으로 검토되었다.

2) 철골트러스 부재 중 변위·변형, 파단, 파손 등의 주요현황이 발생된 부재에 대하여 Load Case1(Dead Load+Wind Load), Load Case2(Dead Load(Net)), Load Case3(Dead Load(Net)+Snow Load)으로 구분하여 내력을 검토하였다.

(1) Load Case1(Dead Load + Wind Load) 적용하여 검토한 결과, 부재의 축방향 응력, 휨응력의 허용응력/작용응력의 비가 2.5~18.7, 5.0~53.3으로 대부분 내력을 확보하는 것으로 검토되었다.

(2) Load Case2(Dead Load(Net)) 적용하여 검토한 결과, 부재의 축방향 응력, 휨응력의 허용응력/작용응력의 비가 0.7~6.2, 0.11~20.0으로 D(O-101.6

×4) 부재는 축방향 응력, INT(O-267.6) 및 PL1(PL-9×260) 부재는 휨응력이 부족한 것으로 검토되었다. 그러므로 수평부재에 연결된 Net(골프장 그물막) 연결 와이어는 철거하여야 한다.

(3) Load Case3(Dead Load(Net) + Snow Load) 적용하여 검토한 결과, 부재의 축방향 응력, 휨응력의 허용응력/작용응력의 비가 0.3~3.1, 0.05~10.0으로 D(O-101.6×4) 부재는 축방향 응력, INT(O-267.6) 및 PL1(PL-9×260) 부재는 휨응력이 부족한 것으로

검토되었다. 수평부재에 Net(골프장 그물망)연결 와이어 설치만으로도 내력이 부족하나, 폭설로 인하여 그물망에 적설하중까지 작용한 것이 주요현황 발생의 근본적인 원인으로 판단된다.

4) 수평부재 용접접합부에 대하여 별도의 보강이 필요할 것으로 판단되었다.

5) 브레싱 부재는 파단·탈락, 파손부위 뿐만 아니라 용접부 부식, 용접두께 부족의 턴버클 부위 등 전체적으로 보강이 필요할 것으로 판단되었다.

6) 골프장 Net(그물망) 연결 와이어는 기존 설치된 브라켓 및 철골기둥을 이용하거나, 보조철골기둥을 설치하는 등 현장여건에 따라 보강한 후 연결하여야 할 것으로 판단되었다.

필요하다고 여겨진다.

참 고 문 헌

1. 한국산업규격 KS B 0845 : 강 용접부의 방사선 투과 시험방법 및 투과사진의 등급분류 방법
2. 한국시설안전기술공단 : 안전점검 및 정밀안전진단과정 교육교재, 2003, pp 206~207
3. 사)대한건축학회 : 건축물 하중기준 및 해설, 2000, 건설교통부,
4. 사)대한건축학회 : 강구조 계산규준 및 해설, AIK-ASD83, 허용응력설계법, 1983
5. 사)대한건축학회 : 철근콘크리트 구조계산규준 및 해설, AIK-LSD97, 극한강도설계법, 1997

5. 결 론

본 사례의 안전진단 과업수행과정과 그 결과에서 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 주요부재의 구조평면이 구조계산서와 설계도면이 일부 상이하게 표기되어있는 점과 상세도의 의미전달 부족은 설계에 관련된 문제, 턴버클 용접두께 부족 및 Post+수평부재 접합 위치 불량은 시공상의 문제로 체계적이고 일관된 관리 부재로 볼 수 있다. 이는 발주단계부터 건설사업관리(CM)를 활용하여 설계, 시공업체 선정 및 책임감리 등 건설관리의 모든 업무를 맡게 된다면 설계변경으로 인한 공사비 증가나 영세설계업체의 부담 가중 현상이 줄어들게 되어 부실시공이 감소할 것으로 예상된다. CM위탁발주는 이미 미국에서 100만불 이상의 공사를 대상으로 실시하고 있는 보편적인 행정제도이다.

2) 골프장 그물망 와이어를 임의로 수평부재에 연결 사용하여 사용하므로써 폭설에 따른 눈이 그물망에 쌓여 적재하중으로 작용 수평부재가 파단되면서 이에 연결된 모든 부재에 파단 및 변위·변형, 또한, 브레싱 부재 턴버클 부위 적설하중으로 파단·파손 및 탈락 등의 현상이 발생하였다. 이는 유지관리의 문제점으로 구조 변경 및 설치시 관련 전문가들의 의견을 청취하고 필요시 용역발주 및 주기적인 점검, 진단 등을 적극 반영하는 유지관리가