J. Korea Saf. Manag. Sci. Vol. 16 No. 3 September 2014
http://dx.doi.org/10.12812/ksms.2014.16.3.231

ISSN 1229-6783(Print)
ISSN 2288-1484(Online)

Gang-Form 떨어짐재해 예방관리를 위한 인양고리 최적화에 관한 연구

정 현 옥* · 강 경 식**
*GS건설(주) · **명지대학교 산업경영공학과 교수

Gang - form or run for Accident Prevention lifting lug A Study on Optimization

Hyun-Ok Jeong* · Kyung-Sik Kang**
*Safety Engineering, GS Engineering & Construction
**Department of Industrial Management Engineering Myongji University

Abstract

Construction of the external wall framing using construction Gang-Form withstand the load of a full lift safety is very important in lifting rings can be a lot of Gang-Form is now fixed in the manner that you are welding and applied, but this study is based on the safety of the lifting ring to seek improvements were bolt type fixing method applied to the bonding type were part of the lifting ring in a manner fixed to the concrete surface and was applied in consideration of safety.

Keywords : Gang Form, Disasters, Falling, Lifting lug, Optimization

1. 서 론

한정되어 있는 땅에 많은 사람들이 거주를 하려다 보니 아파트가 고층화 되어가는 추세로 1970년대에는 아파트의 평균 층수가 5층 이였으나, 점차 고층화가 되어가면서 2000년대는 아파트의 평균 층수가 15층으로 수직화 및 고층화가 되어가고 있는 실정이며, 골조 공사 시 기존 비계를 이용한 공사보다는 떨어짐 재해 예방에 장점을 가지고 있는 Gang Form 의 설치가 점점 보편화 되어 가고 있는 사항이다.

Gang Form 설치를 하면서 공기가 단축 되었으며, 떨어짐재해도 줄어 들었고, 콘크리트의 품질 또한 향상 되었다.

Gang Form 구성은 거푸집과 게이지 부분으로 나눌 수 있으며, 거푸집은 평철판, 측별용Rib 철판, 수평(띠장)재, 수직(명에)재, 인양고리로 구성되어 있으며, 게이지 부분은 수직재, 가로재, 수평재, 안전난간, 작업발판, 발판띠장으로 구성되었고, 거푸집과 케이지 전체부분에는 승강용 사다리, 수직보호망 설치로 안전한 시설들이 설치 운영되고 있다.

그러함에도 불구하고 KOSHA에서 집계한 Gang Form 사고는 매년 30건 안팎의 사고가 지속적으로 발생하고 있으며, Gang Form 작업 시 떨어짐으로 중대재해에 이르는 사고는 최근 5년간 15건의 재해가 발생하였다.

† Corresponding Author : Hyun-Ok Jeong, Safety Engineering, GS Engineering & Construction, 33, Jongno, Jongno-gu, Seoul, M · P : 010-2780-9108, E-mail : jho123@hanmail.net
Received July 20, 2014; Revision Received September 15, 2014; Accepted September 20, 2014.

2. GANG FORM의 이론적 배경

2.1 Gang Form 용어 정의

가. Gang Form

Gang Form은 사용 시 마다 징재들을 조립과 분해를 반복적으로 하지 않고, 단순화 및 대형화하여 한 번에 설치 해체하는 System으로 만들어진 거푸집이다.

Gang Form의 넓은 의미는 대형화한 모든 거푸집을 의미하지만 시스템화한 거푸집을 분류 할 때에는 벽체용 거푸집만을 말하게 되며, 주로 고층아파트의 상하부 동일 단면구조에서는 외부 벽체거푸집과 거푸집 설치 해체작업및 견출 미장작업용 작업발판 Cage를 일체화로 제작사용하는 대형 거푸집을 말한다.

나. Cage

Cage는 Gang Form중 외부 벽체거푸집을 제외한 부분이며, 거푸집 설치/해체/미장/견출작업 등을 안전하게 작업하기 위함이며, 필요한 작업발판 및 안전난간, 수직망 등으로 형성되어 있는 Gang Form에 결합된 부분이다.

다. 상부Cage 와 하부Cage

Gang Form의 Cage는 통상적으로 4단 작업발판으로 형성되어 있으며, 이중 상부 2단 부분은 거푸집 설치해체용 이며, 하부2단은 미장견출용 이다.

상부2단을 상부Cage, 하부2단을 하부Cage로 나뉘어 구분한다.

2.2 Gang Form의 특징

가. 개요

주로 아파트의 외부 벽체에 시공되어지고 있는 Gang Form은 기존에 사용하던 목재 거0푸집보다도 한차원 높은 거푸집이며, 구성 재질이 Steel 제품으로 현장조립 보다는 모든 제작이 거의 공장에서 이루어 지고 있어서, 현장에서는 별도의 제작공정이 필요하지 않고 조립만으로 구성되어 있다.

Gang Form 이전 단계는 Large Steel Form이 많이 사용되었으며, Gang Form은 Large Steel Form 보다 한 단계 앞서서 거푸집 설치해체 및 미장견출 작업까지 가능한 발판을 부착 운영하여 안전성까지 겸한 Form이다.

나. 구성

Gang Form은 사각파이프와 Steel Panel 그리고 작업대, 조립용 철물로 구성되었고, 별도의 동바리 부재 없이 사용을 할수 있다.

다. 규격

특별한 규격 없이 건축물의 모양과 규격에 맞게 설계 및 제작이 되어졌다.

라. 용도

거푸집 대신 Form 자체 작업대가 부착되어 있으며, 비계설치가 별도적으로 필요하지 않고, 아파트 공사 시에 많이 사용하고 있다.

2.3 Gang Form 인양방법

Gang Form은 타워크레인을 사용하여 인양하는 것을 원칙으로 하고 있으나, 타워크레인의 반경에 포함이 되지 않을시 Pipe Derrict으로 인양한다.

Pipe Derrict으로 인양시에는 Gang Form이 5m 이상 시에는 Chain Block 5ton 2개를 사용, 5m 미만 시에는 Chain Block 5ton 1개로 인양한다.

Gang Form의 고정을 위해서 구조물 벽체에 고정용 철물(Tie Bolt + Flat Tie) 과 Wedge Pin을 사용하면 Gang Form에 풍하중 등 하중작용 시 고정철물과 Wedge Pin의 절단으로 인하여 Gang From의 떨어짐 재해가 발생할 수 있으므로 반드시 체결볼트(전용 고정용 볼트)를 사용하여야 한다.

2.4 Gang Form 인양시 안전사항(Tower Crane으로 인양시)

첫째. Gang Form의 Form-Tie Bolt를 타워크레인에 후크에 매달기 전에 풀지 않아야 한다.

둘째. 박리작업시 타워크레인에 충격이 가지 않도록 타워크레인의 와이어가 팽팽하게 당겨진 상태에서 박리작업을 한다.

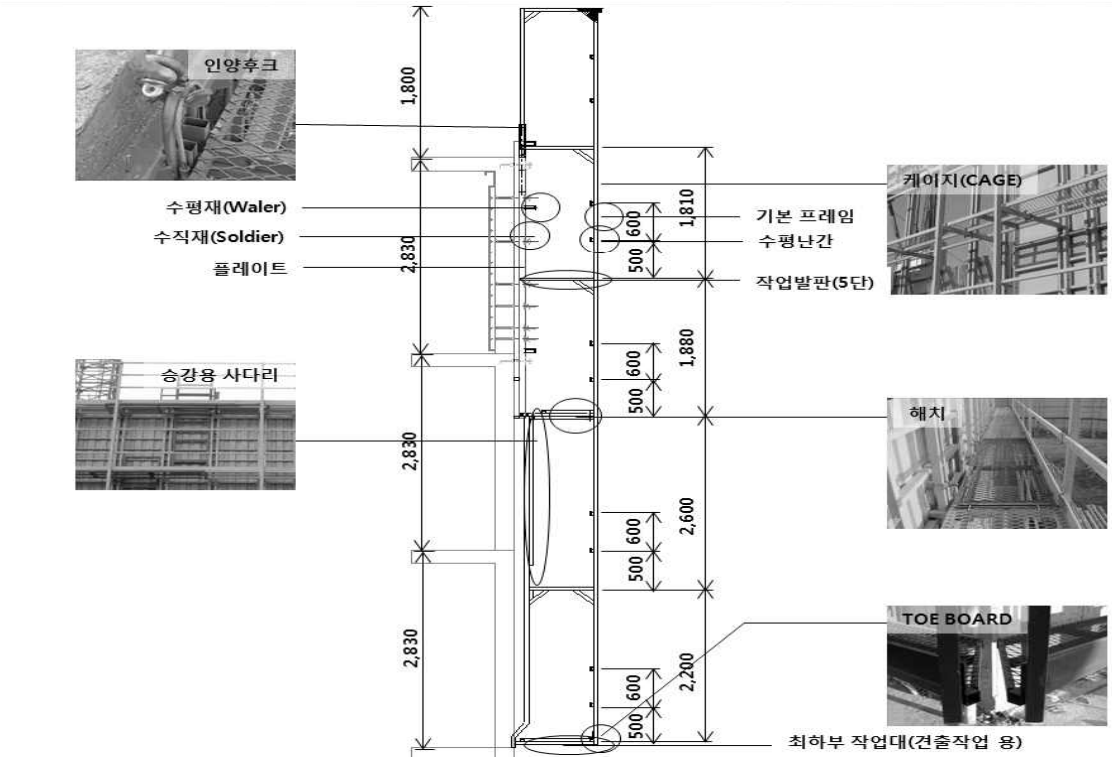
셋째. Gang Form 인양 작업시 Gang Form이 수평을 유지하도록 하고, 신호수의 신호에 따라 인양작업을 한다.

넷째. 박리작업 또는 인양작업시 절대 Gang Form에 사람이 탑승하면 안된다.

다섯째. Gang Form 인양장소 하부주변에는 관계자 외 출입을 하지 않도록 관리하고, 감시자을 배치한다.

3. Gang Form의 기술동향

[Figure 1] Gang Form Production And Construction]



[Figure 2] Gang Form Structure

3.1 Gang Form 시공 FLOW

[Figure 3] TBM Take

1. Gang Form작업은 반드시 숙련공 투입
2. 조립 및 해체 시간, 순서를 협의
3. 작업 통제구역 지정 및 통제시설물 설치
4. 안전감시자 배치 및 신호수 배치
5. 와이어로프,T/C HOOK등 안전장치 점검

[Figure 4] Lifting Lug Locking

1. T/C의 와이어로프 셔클을 Gang Form인양 후크에 고정 후 연결핀과 볼트 해체
2. 5톤이상의 체인블럭을 사용
3. 줄걸이 및 체인상태 사전 점검
4. 와이어로프 22m이상 사용
5. 셔클은 여장길이 확보

[Figure 5] Safety Cover Open

1. T/C의 와이어로프 셔클과 갱폼의 후크가 연결되어 인양 시 작용하는 장력으로 안전커버가 열림
2. 안전커버 열림확인 후
3. 앵글 용접부 용접상태 확인

[Figure 6] Bolt Parting

1. Gang Form에 설치되는 앵커볼트 및 타이볼트는 측벽판 기준 시 총7단이 설치
2. 3~7단째(6단 제외)의 볼트는 선행작업으로 T/C를 인양 Hook에 고정 전,후 해체
3. 1단, 6단,앵커 볼트는 T/C를 인양 후크에 고정 전 해체 절대 금지

[Figure 7] Gang Form Recovery

ISSN 1229-6783(Print)
ISSN 2288-1484(Online)

1. 공도구를 이용하여 Gang Form을 구체로부터 탈형
2. T/C를 이용하여 상부로 인양
3. 공도구를 이용하여 세밀한 위치 조정
4. 인양 시 충돌 최소화
5. 인양 중 갱폼탑승 절대 금지

[Figure 8] Bolt Locking

1. 하부 고정앵커 설치(끝단▶중앙쪽)
2. 6단 앵커볼트, 7단 타이볼트 이중고정
3. 설치위치 수직, 수평 확인

[Figure 9] Shackle Open

1. Gang Form 전도방지 조치(6mm와이어로프)
2. 와이어로프 체결용 매립앙카는 슬라브 하부철근에 고정

[Figure 10] Safety Cover Close

1. Gang Form 설치 후 용접부위, 볼트의 이상유무를 확인
2. 이상발견 시 즉시 작업책임자에게 알리고 즉시 조치를 한다

3.2. Gang Form 인양고리

Gang Form 인양 시 전체 무게가 인양고리 부분에 집중되므로 인양고리 제작시 충분히 안전율을 고려하여 제작되어야 한다.
현재 전반적으로 Gang Form 제작사는 인양고리 설치와 제작이 편리한 환봉(Φ22mm)을 용접하여 사용하고 있으나, 용접부 결함 및 갱폼 설치 및 해체시 계속되는 충격으로 용접부위 탈락으로 인한 잠재위험이 있으므로 향후 충분한 안전성이 검토된 철판 등을 이용한 볼트 체결 고정으로 사용하는 방법을 고려하여야 한다.

(1) Gang Form 인양고리는 Gang Form의 전 하중을 안전하게 인양할 수 있는 안전율 5이상의 부재를 사용하여 인양 시 갱폼의 변형을 주지 않는 구조로 하여야 한다.

(2) 냉간압연의 Φ22mm 환봉 (ROUND STEEL BAR)을 U-벤딩(BENDING) 하여 거푸집 상부 수평재(C-CHANNEL) 뒷면에 용접 고정한다. 환봉 벤딩시의 최소반경 r=150mm이상으로 한다.

(3) 인양고리를 판형의 부재로 하고 거푸집의 수직재와 볼팅 연결할 경우는 환봉으로 했을 경우와 동등 이상의 강도를 만족해야 한다.

(4) 인양고리를 거푸집 상부 수직재에 용접고정하는 경우는 접착부 전체를 용접이음한다. [Figure 1]참조

(5) 인양고리의 수는 작업오차에 따른 무게중심의 변동을 고려하여 거푸집 길이 6m 이상 대형폼의 경우 최소 1곳의 인양점에 3개 이상의 인양고리를 설치한다. [Figure 2]참조

(6) Gang Form의 길이 및 하중에 따른 인양고리의 길이는 갱폼 제작시의 구조검토에 의한다.

3.3 인양고리 환봉(Φ22mm)과 철판 볼팅 (t=12mm 이상, Φ40mm 볼트) 장단점 비교

○ 환봉 용접 시 용접부위 결함 발생률이 높고, 잔류응력에 의한 각 파이프의 변형으로 용접부가 오히려 취약부분이 될 수 있다.
○ 환봉이 고정되는 용접부위는 수직재의 각 파이프로써 두께가 t=2mm정도로 충분한 강도 발휘가 어렵다 (용접길이와 용접부위 등 신뢰도 저하로 안전성 확보 미흡)
○ 환봉 사용 용접의 단점을 보완할 수 있는 충분한 안전성이 검토된 철판을 이용한 볼트 체결 시공은 유지관리 및 사용중 육안에 의한 점검이 가능하다.

<Table 1> Safety Standards Lifting Lug

폼의 크기(m)	인양고리의 수량(EA)	인양고리의 길이(cm)
1.5 이하	2	70
1.5 ~ 6	2	150
6 이상	2	200

4. 연구 배경 및 목적

아파트공사에 있어 공동주택의 고층화로 인한 골조공사에 따른 외벽폼의 안전성이 필요하며, 건설업의 재해사례중 거푸집에 대한 재해가 30% 정도 발생하고 있고, 매년마다 Gang Form 에 기인한 사고는 줄어들지 않고 있으며, 특히 Gang Form에 관한 떨어짐 사고는 중대재해가 발생되고 있어서, 관리상의 문제점 및 한계성에 대한 사각지대에 대한 대책이 필요한 사항이다.
건축물의 고층화로 인한 콘크리트 품질 향상, 추락재해 방지, 공기단축 등의 장점이 있는 Gang Form 을 설치 및 사용하는 현장이 많이 있으며, 구성부재의 재질이 스틸로 이루어져있어 내구성이 우수하며, 발판, 안전난간대, 수직승강사다리 등을 갖춘 안전한 거푸집이다.
그러나 인양장비 사용 전 볼트해체, 작업순서 미 준수, 안전난간 불량 등으로 인하여 Gang Form 공사 관련 중대재해가 발생하고 있다.

그중 본 연구는 인양고리의 안전성을 확보하기 위함에 있다.

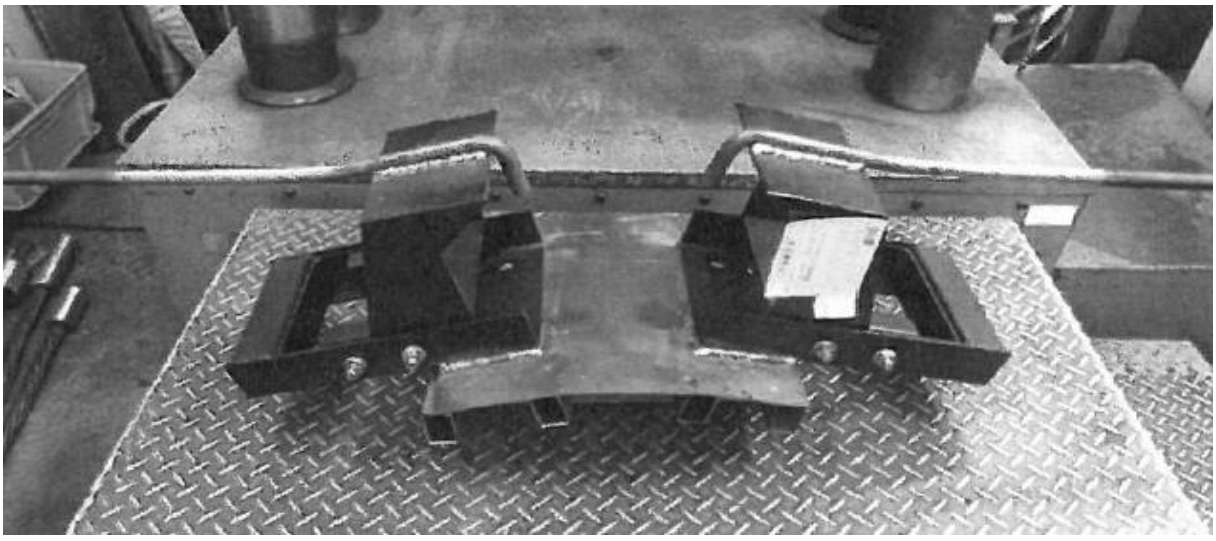
5. 적용형상 및 실험연구

Gang Form의 인양고리는 Gang Form 전체의 무게를 집중적인 힘이 응집되는 구조로 되어 있으므로 응집력을 견딜수 있는 구조로 제작되어야 한다.

용접으로 된 구조는 용접기술자의 기능도에 따른 상이한 결과물이 나올수 있는 사항으로 철판 등을 이용한 볼트체결 고정방법과 콘크리트에 묻칠수 있는 구조로 제작하여야 한다.

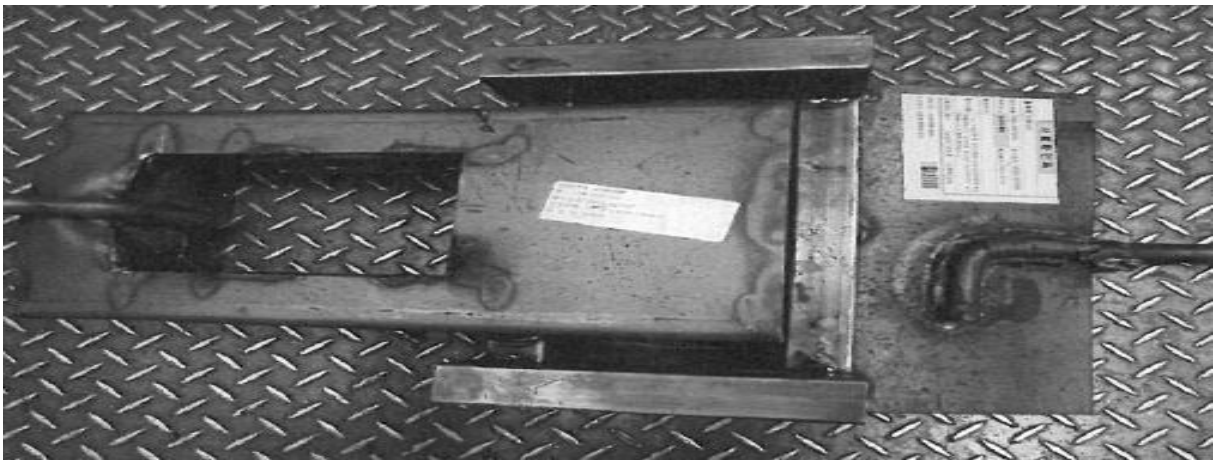
추락방지구는 아래의 형상을 SHIMADZU, UH-F20 0A로 시험을 하였으며, 시험결과 인장하중이 7.7kN이 나왔다. 시험속도는 10mm/min으로 시험을 하였음.

인양고리는 아래의 형상을 SHIMADZU, UH-F200A로 시험을 하였으며, 시험결과 인장하중이 110.6kN이 나왔다. 시험속도는 10mm/min으로 시험을 하였음.



[Figure 11] Fall Prevention System Test Report

ISSN 1229-6783(Print)
ISSN 2288-1484(Online)



[Figure 12] Lifting Lug Test Report

5. 결 론

아파트 건설현장에서 많이 사용하고 있는 Gang Form은 양중시 인양고리에 의존하여 양중을 하다보다 인양고리의 안전성이 무엇보다도 중요한 부재라고 할 수 있으며, 본 실험을 통하여 확인한 결과, 인양고리 및 추락방지구의 인장하중이 충분히 견딜수 있는 구조이고, 콘크리트에 묻치는 구조로 되어 있어 Gang Form의 추락에 대한 방지책으로 연구되기를 바라며, KO놈 안전기준에도 현재는 용접 사항만 등록 되어 있으나, 향후 이외의 안전성이 확보된 인양고리 및 추락방지구도 사용 가능할 수 있는 시스템으로 변경을 추진하는것이 필요하다고 검토해 볼 수 있다.

6. References

[1] "FTA Analysis of Apartment Gang Form Work Be Applied for Ensuring Efficient Investment" Graduate School Master's Degree Thesis, Seoul National University of Technology. 2001

[2] "Safety Management Counter Plain of Gang Form by Accident Cases Analysis" Graduate School Master's Degree Thesis, Seoul National University of Technology. 2004

[3] "A study on the safety measure and evaluation of the hazard in Gang Form work by check list method" Graduate School Master's Degree Thesis, Seoul National University of Technology. 2006

[4] "Development of Hierarchical Checking Tables for Safety Management of Apartment Gang-form Works" Graduate School Master's Degree Thesis, University of Seoul. 2011

[5] "A StudyontheDevelopmentofAutomatedGangform Climbing System for Apartment Housing Constructio" Graduate School Master's Degree Thesis, Inha University. 2012

저 자 소 개

정 현 옥

서울산업대학교 안전공학과를 졸업하고 경희대학교 경영대학원 경영학 석사를 취득하였으며
명지대학교 산업경영공학과 박사과정 중에 있다.
현재 GS건설(주)에서 재직하고 있다.
관심분야 : 건설안전, 인간공학, 안전경영, 시스템안전 등이다.
주소 : 경기도 성남시 중원구 산성대로 356-6 (중앙동)

강 경 식

인하대학교 산업공학과에서 학사·석사·박사와 연세대학교·경희대학교에서 경영학 석사·박사 취득. North Dakota State Univ.에서 Post -Doc과 Adjunct Professor 역임. 현재 명지대학교 산업경영공학과 교수로 재직 중. 주요 관심분야는 생산관리, 물류관리, 안전경영 등이다.
주소 : 경기도 용인시 처인구 남동 산 38-2 명지대학교 산업경영공학과