

# 사례분석 기반 철근콘크리트 구조물의 프레임부재 자동배근 생성에 관한 연구

## A Study on the Automation in Reinforcing-bar Configurations for Frame Members based on the Case-study of Reinforced Concrete Structure

이 제 혁\* · 장 자 왕\*\* · 조 영 상†

Lee, Je-Hyuk · Jang, Ja-Wang · Cho, Young-Sang

### 요 약

본 논문에서는 철근콘크리트 구조물의 프레임부재 철근을 대상으로 배근 설계 및 철근 형상화 알고리즘을 구축하여 자동배근을 생성하는데 목적이 있다. 철근 콘크리트의 BIM 통합 설계 시스템은 철근 배근정보의 생성과 호환이 원활하지 않아 표준 정보 호환 체계가 구축되지 않은 실정이다. 기존 2차원 기반 프로세스에서는 철근 배근 설계에 있어 표준화된 기준에 따른 배근이 아닌 관행이나 일률적인 배근 지침에 따라 배근 상세를 정하고 있고, 2차원 배근 설계 결과만 제시하고 있어 상호 호환 가능한 철근 배근 정보데이터가 생성되지 않는다. 철근 콘크리트 구조에서의 철근 배근 정보를 생성하고 BIM 통합 구조 설계시스템에서의 정보 호환성을 확보하기 위해, 프레임부재 철근을 대상으로 구조 해석 데이터베이스와 통합 설계 플랫폼 간의 호환 시스템을 생성하고, 콘크리트학회 콘크리트 구조설계기준에 따른 배근 설계 및 철근 형상화 알고리즘을 구축하여 자동배근시스템(Integrated Reinforcement for Frame Members, 이하 IRFM)을 개발하는데 목적이 있다.

**keywords** : 자동배근모듈, 구조설계 빌딩정보모델링, 철근 배근, 프레임부재, IRFM, 건물정보모델링

## 1. 서 론

철근 콘크리트의 구조 설계 자동화는 철골조와는 구별되게 지속적인 연구 개발에도 불구하고 철근콘크리트 구조에서 배근의 다양함, 비정형성 등에 따라 통합 설계 시스템의 도입이 어려운 실정이다. 본 연구에서는 프레임부재 철근을 대상으로 구조 해석 데이터베이스와 통합 설계 플랫폼 간의 호환 시스템을 생성하고, 국내 배근설계 기준을 반영한 배근 설계 및 철근 형상화 알고리즘을 구축하여 자동배근 모듈생성(IRFM)에 관한 연구를 진행하였다.

## 2. 알고리즘 구축 및 자동배근 프로세스

\* 정희원 · 한양대학교 일반대학원 건축환경공학과 석사과정 jewel0831@gmail.com

\*\* 학생희원 · 한양대학교 일반대학원 건축환경공학과 석사과정 mintlove7@nate.com

† 정희원 · 한양대학교 건축학부 교수 ycho@hanyang.ac.kr(교신저자)

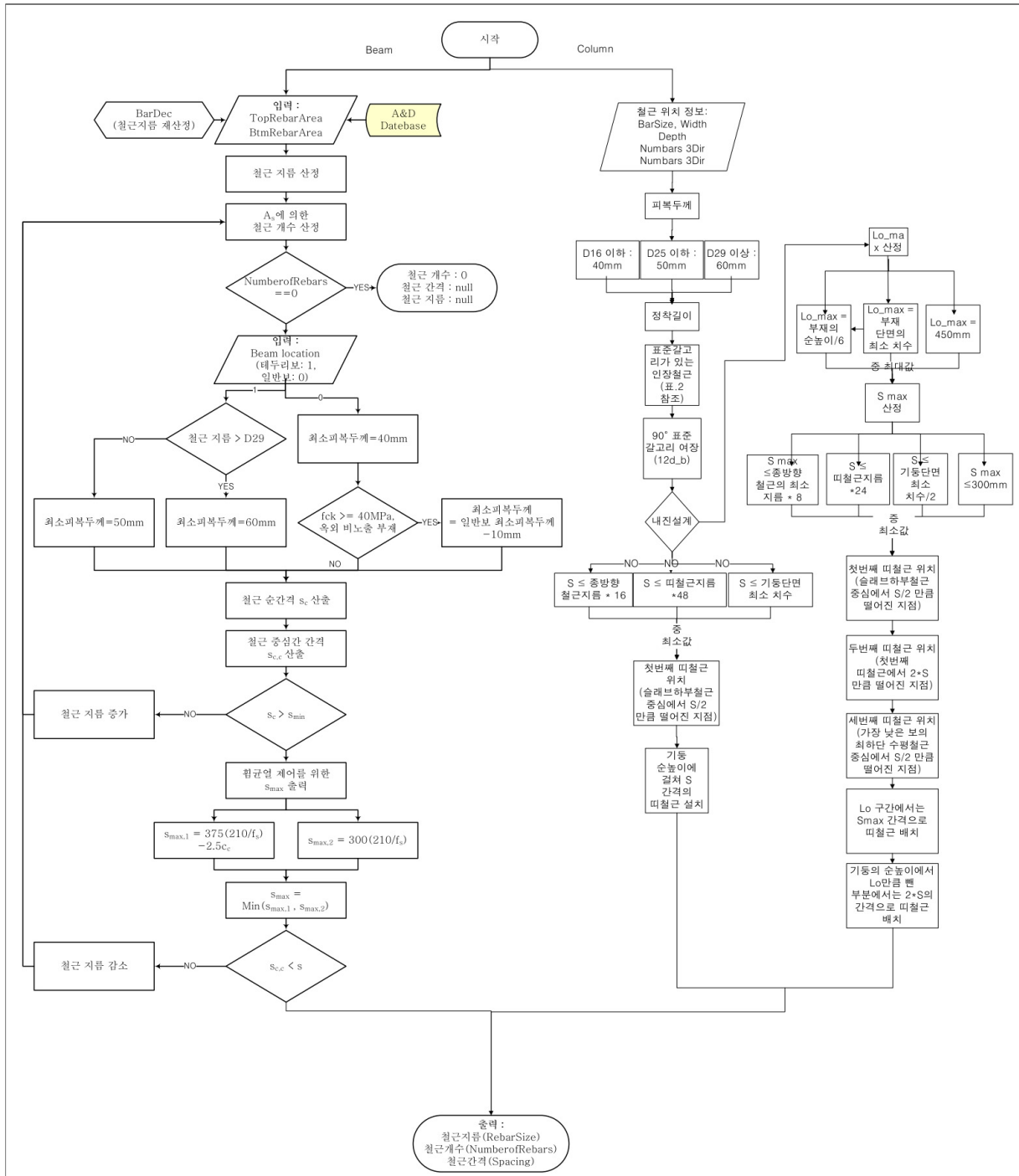


그림 1 철근 형상화 알고리즘

그림 1은 철근 형상화 알고리즘을 나타내며 기둥, 보의 부재의 위치정보(Column & Beam Location)를 통해 피복두께를 결정한다. 최소피복두께와 철근지름, 철근 개수에 따라 철근 순간격을 출력하며 출력된 철근 순간격은 최소, 최대 철근 순간격을 만족하는 지를 검토한 후 정보가 출력된다. 철근 길이 산정은 연속철근의 정착길이를 고려한 철근의 길이 및 좌표, 튕근의 절단 위치 등을 고려하여 출력된다.

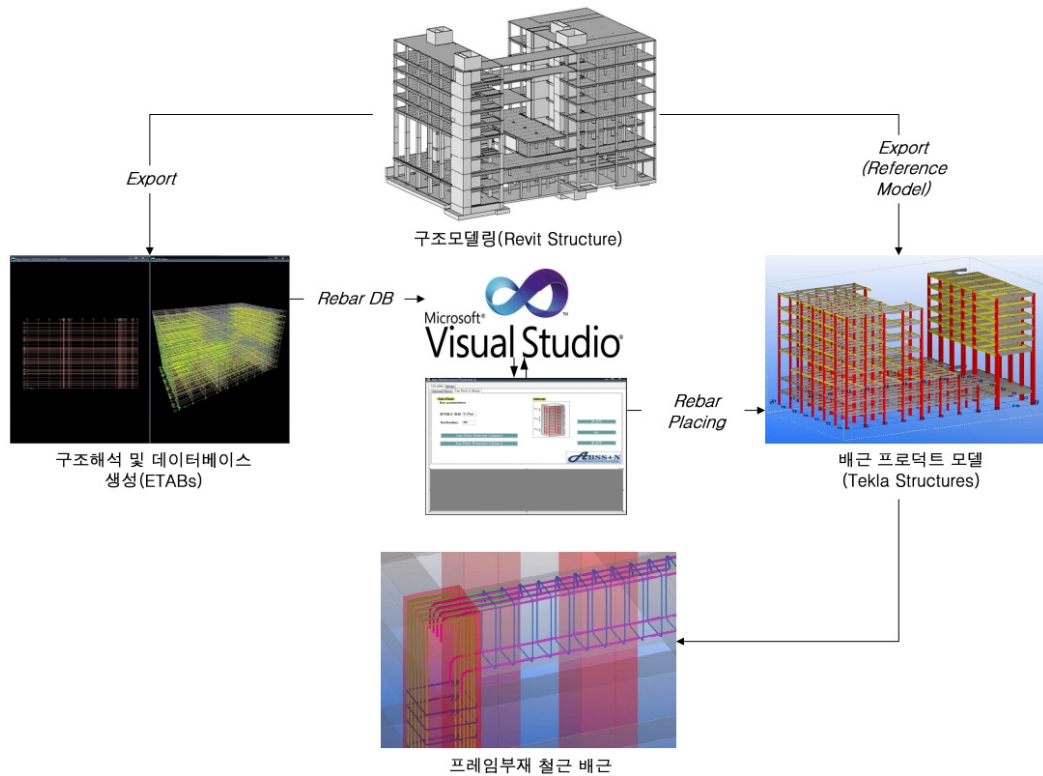
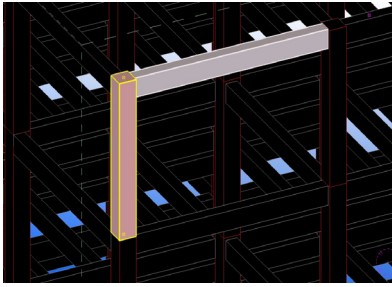


그림 2 연구 진행 과정

본 연구에서는 Revit Structure, ETABs, Visual Studio(C#), 그리고 Tekla Structures 시스템을 사용하여 자동배근 모듈을 생성하였다. 그림 2에서와 같이 Tekla Structures를 사용하여 BIM 플랫폼 상에서 물리적 모델(Physical model)을 생성하며 ETABs를 사용하여 해석모델(Analytical model)을 생성하고 생성된 모델에 대해서 해석 및 설계를 수행한 후 데이터베이스를 생성한다. Visual Studio와 IRFM을 사용하여 데이터베이스를 연결하며 물리적 모델에 배근을 한다.

### 3. 프레임부재 통합설계시스템

BIM플랫폼 상의 물리적 모델에서 배근 설계를 수행할 부재를 그림 3의 (a)와 같이 선택한다. 설계 과정에서 BIM모델은 객체 상에 해당 정보를 포함하고 있기 때문에, 객체를 선택하는 것은 데이터베이스를 연결하는 것과 같다. 구조 해석 및 설계 단계에서 그림 (b)와 같이 생성된 데이터베이스를 자동배근시스템 상에 연결하기 위해 데이터베이스 파일의 경로를 그림 (c)와 같이 지정한다. IRFM이 실행되면 지정된 경로를 통해 데이터베이스를 연결시키며 검색 및 추출을 통해 정보를 활용하게 된다. IRFM에서 배근 설계를 수행하면 그림 (d)와 같이 설계 결과가 나타난다. 배근 설계 수행 결과, 데이터베이스는 철근 특성과 철근 위치에 따른 철근의 종류가 나타나며 철근 종류에 대해 단면 정보 및 철근 길이 정보가 포함됨으로써 배근 설계에 포함된 모든 정보가 하나의 데이터베이스로 나타날 수 있다. 그림 (e)와 그림 (f)는 IRFM결과 선택된 프레임부재에 대한 배근이 설계된 모습을 나타낸다.



(a) BIM 모델 상의 부재 선택

Story	Beam	Load	Loc	P	V2	V3	T	M2	M3
STORY-18	B1	DEAD	0	0	0	0	0	0	4096
STORY-18	B1	DEAD	500	0	5.948435	0	0	0	8921.547
STORY-18	B1	DEAD	2000	0	23.88827	0	0	0	3522.286
STORY-18	B1	DEAD	1500	0	17.92814	0	0	0	2623.32
STORY-18	B1	DEAD	2000	0	23.88827	0	0	0	3522.286
STORY-18	B1	DEAD	2000	0	23.11967	0	0	0	3563.342
STORY-18	B1	LIVE	0	0	0	0	0	0	0
STORY-18	B1	LIVE	500	0	0	0	0	0	0
STORY-18	B1	LIVE	1500	0	0	0	0	0	0
STORY-18	B1	LIVE	1500	0	0	0	0	0	0
STORY-18	B1	LIVE	2000	0	0	0	0	0	0
STORY-18	B1	LIVE	2000	0	0	0	0	0	0
STORY-18	B1	DEAD	800	-14.1057	-18.18745	5.58573	4548.933	1393.76	-2098.12
STORY-18	B1	DEAD	740	-14.1057	-18.18745	5.58573	4548.933	2982.788	-3708.14
STORY-18	B1	DEAD	1180	-14.1057	-23.26827	5.58573	4548.933	2038.823	4038.747
STORY-18	B1	DEAD	1620	-14.1057	-28.34911	5.58573	4548.933	1128.853	2122.883
STORY-18	B1	DEAD	2060	-14.1057	-33.42995	5.58573	4548.933	65.8107	1271.75
STORY-18	B1	DEAD	2500	-14.1057	-38.51079	5.58573	4548.933	-125.2013	1874.884
STORY-18	B1	LIVE	800	0	0	0	0	0	0
STORY-18	B1	LIVE	740	0	0	0	0	0	0
STORY-18	B1	LIVE	1180	0	0	0	0	0	0
STORY-18	B1	LIVE	1620	0	0	0	0	0	0
STORY-18	B1	LIVE	2060	0	0	0	0	0	0
STORY-18	B1	LIVE	2500	0	0	0	0	0	0
STORY-18	B1	DEAD	800	3.22846	30.07436	3.951693	4841.272	3901.074	3775.81
STORY-18	B1	DEAD	740	3.22846	27.19025	3.951693	4841.272	3943.129	-25070.48
STORY-18	B1	DEAD	1180	3.22846	-19.09015	3.951693	4841.272	2318.935	-13479.71
STORY-18	B1	DEAD	1620	3.22846	-22.82034	3.951693	4841.272	1324.84	-2084.527
STORY-18	B1	DEAD	2060	3.22846	-26.22293	3.951693	4841.272	-486.6952	-4616.828
STORY-18	B1	DEAD	2500	3.22846	-31.63183	3.951693	4841.272	-392.6495	14721.2
STORY-18	B1	LIVE	800	0	0	0	0	0	0
STORY-18	B1	LIVE	740	0	0	0	0	0	0

(b) 생성된 데이터베이스

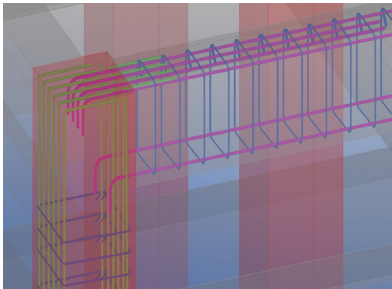
```

string Story=txtStory.Text;
string BeamID = myPart.Name.ToString();
string connectingString = "provider=Microsoft.JET.OLEDB.4.0;"
+ "data source="
+ Application.StartupPath
+ @"\MC\AU2.mdb";

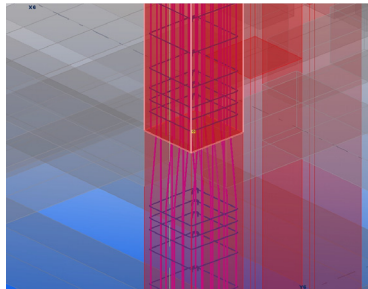
OleDbConnection myConnection = new OleDbConnection(connectingString);
string commandString = "select * from BeamForces";
OleDbCommand myCommand = new OleDbCommand();
myCommand.Connection = myConnection;
myCommand.CommandText = commandString;
OleDbDataAdapter DBAdapter = new OleDbDataAdapter();
DBAdapter.SelectCommand = myCommand;
DataSet DS = new DataSet();
DBAdapter.Fill(DS, "BeamForces");
DBGrid.DataSource = DS.Tables["BeamForces"].DefaultView;

```

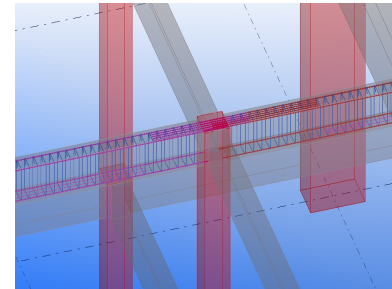
(c) 데이터베이스 파일 경로 지정



(d) 배근 설계 결과(Column-Beam)



(e) 배근 설계 결과(Column-Column)



(f) 배근 설계 결과(Beam-Beam)

#### 4. 결론

본 연구에서는 구조해석 및 설계결과를 데이터베이스화하여 BIM 플랫폼에 연계시켜 프레임부재에 대한 통합자동배근설계(IRFM) 및 형상화 모듈을 개발하였다. 연구를 통해 이음과 정착을 고려한 철근 배근을 수행하고 그 결과를 3차원으로 제시하였으며 향후 슬래브와 벽체를 통합한 자동배근설계를 지속적으로 연구한다면 실무에 효율적으로 활용될 것이라 사료된다.

#### 감사의 글

본 논문은 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 건설기술혁신사업(과제번호:06 첨단융합01)의 지원으로 이루어진 것으로, 본 연구를 가능케 한 건설교통부 및 한국건설교통기술평가원에 감사드립니다.

#### 참고문헌

김유리, 조영상 (2008) 구조설계 단계에서 한국형 BIM 프로세스 적용 방안에 대한 사례 연구, 대한건축학회 논문집 25권 제 8호, pp.41-48

조영상, 신태송, 홍성욱, 이계혁, 장현석 (2010) BIM기반 철근콘크리트 보의 주철근 자동배근 매크로 생성 및 구현에 관한 연구, 한국전산구조공학회

조영상, 홍성욱, 김유리, 이계혁 (2010) 파라메트릭 기술기반 철근콘크리트 구조물의 기둥부재 주철근 자동 배근시스템 구축에 관한 연구, 한국전산구조공학회

대한주택공사 주택연구소 (2000) 철근콘크리트조의 배근 시공도 작성 실무, 기문당

한국콘크리트학회 (2007) 건설교통부제정 콘크리트구조설계기준 해설, 한국콘크리트학회

현대산업개발 (2006) 2005년 건축구조 설계기준을 적용 철근콘크리트 배근 상세도