

철근콘크리트조의 골조물량산출 알고리즘에 관한 연구

A Study on the Algorithm for Framework Materials Calculation of the Reinforced Concrete

홍 채 곤*○ 김 태 회** 김 선 국*** 한 충 회***
Hong, Chae-Gon Kim, Tae-Hui Kim, Sun-Kuk Han, Choong-Hee

요 약

건설업에서 물량 산출 자동화에 대한 연구는 많이 이루어졌다. 기존 수작업으로 물량값을 산출하는 것 보다 CAD 도면의 활용으로 좀더 신속하고 정확한 물량값을 산출하였다. CAD의 활용으로 물량 산출 자동화에 대한 연구와 견적 프로그램의 발전에 많은 영향을 주었다. 일반적으로 골조 공사에서 물량 산출은 견적프로그램을 이용 물량 산출 작업이 이루어진다. 그러나 골조 공사의 물량 산출 작업에서 각 부재별 경계조건(boundary condition)에 대한 물량 산출 방법론의 정립은 부족한 실정이다.

본 논문에서 골조 공사 물량 산출에서 콘크리트, 거푸집 각 부재별 물량 산출 방법을 정립하고자 한다. 각각의 부재별 경계조건(boundary condition)에서 각 부재별 조건에 맞는 물량 산출 방법론을 정립한다.

키워드: 철근 콘크리트, 골조공사, 물량, 알고리즘

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

산업 전반에 걸친 기술의 혁신과 발달에 따라 건설 기술도 커다란 변화를 맞이하고 있으며 이에 따라 우리나라 건설업도 종래의 양적인 성장에의 추구, 노동집약적 구조 등의 양상에서 탈피하여 경쟁력을 강화하고 수익성을 향상하기 위해 노력을 경주하고 있다. 이의 일환으로 건설업에서는 큰 관심과 적극적인 투자의지로 많은 부분에 전산화를 이룩해 왔다.¹⁾ 특히 건축부분과 관련하여 이루어진 업무 전산화에서 CAD system 도입은 생산성과 작업능률에 크게 영향을 미치고 있으며, 건설 공사의 물량 산출 자동화에도 많은 영향을 주었다. 그 영향으로 골조 공사 물량 산출 자동화 산출에 대한 연구와 견적프로그램의 발전에 기여하였다. 하지만 기존 골조 물량 자동화 연구에서 골조 물량 산출 방법론은 각 각의 부재에 대한 물량 산출 방법론은 많이 이루어졌다. 하지만 각각의 부재들이 서로 만나는 경계조건(boundary condition)에 대한 물량 산출 방법론의 정립은 많이 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 골조 물량에서 콘크리트, 거푸집의 각각의 부재들의 경계조건(boundary condition)에서의 물량 산출 방법론을 정립한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 철근 콘크리트 RC조와 벽식 구조를 중심

으로 한다. 기존 연구에서 철근 물량 산출에 대한 연구는 많이 이루어졌다. 그래서 본 연구에서는 콘크리트, 거푸집으로 한정한다.

첫째, 연구의 서론으로서 연구를 시작하게 된 배경과 목적 및 방법과 범위를 밝혀 연구의 방향을 제시한다.

둘째, 기존 골조 물량 산출 자동화 시스템 개발에 대한 문헌을 연구하여 정확한 물량 산출을 하기 위한 방법론의 미비점과 문제점을 파악한다. 각 부재별 명확한 물량 산출을 하기 위해서 각 부재별 경계조건(boundary condition)에 대한 표준 알고리즘의 필요성을 검토한다.

셋째, 기존 견적 프로그램의 골조 물량 산출 방법론에서 각 부재의 경계조건(boundary condition)에 대한 물량 산출 알고리즘 연구내용을 분석하여 부족점과 문제점을 파악한다. 기존 물량 산출 자동화 연구 내용에서 골조 물량 산출 방법론에서 각 부재별 경계조건(boundary condition)에 대한 물량 산출 방법론을 비교 분석하여 문제점을 파악한다.

넷째, 기존 연구에 대한 비교 분석한 내용을 토대로 골조 공사 물량 산출의 방법론에서 경계조건(boundary condition)을 정립한다. 골조 물량에서 콘크리트, 거푸집의 물량 산출 방법론에서 각 부재별 경계조건(boundary condition)에 대한 물량 산출 알고리즘 내용을 정립한다.

2 예비적 고찰

2.1 국내 연구 현황

대한주택공사에서는 구조 부문에 대한 물량 산출 자동화를 위한 연구를 1992년까지 2차에 걸쳐 수행한 바 있다.²⁾

* 학생회원, 경희대학교 건축공학과 석사과정

** 학생회원, 경희대학교 건축공학과 박사수료

*** 종신회원, 경희대학교 토목건축공학부 교수, 공학박사

1) 김문한의 1991, CAD에 의한 물량산출 및 견적자동화 시스템 개발에 관한 연구, (주)대동주택, 서울산업대학 생산기술연구소.

2) 최재필의 1991, "설계도면에서의 물량산출 자동화 연구(I)", 대한주택공사", pp.29-97.

이중 1991년에 수행된 설계 도면에서의 물량 산출 자동화 연구(I)은 공사 발주에 이용할 공사비 내역서를 작성할 때 필요한 물량을 CAD 패키지를 통해 작성된 도면으로부터 자동으로 추출할 수 있는 방법론의 개발과, 이를 응용한 물량 산출 전산화 시스템을 시험 개발하는 것이다. 또한 이 연구는 건설 공사의 단계 중 설계에서 발주에 이르는 과정에서 도면 작성과 물량 산출에 관련된 업무를 전산화함으로써, 주공 설계 업무가 지향하고 있는 통합 설계 전산화(total CAD) 시스템 구축의 실천적 방향 및 기본 골격을 제시하는데 그 의의를 두고 있다. 1990년대 후반에는 3D차원 CAD와 인공지능(AI : Artifice Intelligence), 객체지향 모델(OOT : Object Oriented Technology), 전문가 시스템(Expert System) 등을 이용하여 건설 정보 통합시스템을 위한 프로덕트 모델에 대한 연구가 많이 제시되고 있다.

2.2 국외 연구 현황

미국의 경우 CAD 부문 연구는 가장 활발히 진행되고 있으나 1990년까지만 해도 주로 타블렛 방식으로 물량 산출 및 견적 자동화를 추진하고 있다. 그리고 CAD에 의한 자동화는 1990년 이후에 집중적으로 연구되어 왔다.³⁾ 그러나 CAD에 의한 통합 설계 시스템 UCLA의 Charles M. Eastman, 하버드대학의 William J. Mitchell 등에 의해 집중 연구되어 상당한 이론적 발전을 이루고 있다. 1997년에는 3차원 CAD를 이용하여 철근 콘크리트 구조물을 컴퓨터와 통합시키는 방안을 제시하였으며, 이 연구의 목적은 컴퓨터를 기반으로 하는 3차원 CAD를 건설공사에 접목시키는 방안을 제시하는데 있었다. 영국의 경우에는 설계와 시공 과정을 컴퓨터로 통합관리(CIDAC : Computer Integrated Design And Construction)하는 설계 자동화 및 통합 시설물 관리에 관한 연구를 진행하였다.⁴⁾ 이와 관련한 분야는 설계 전산화, 원가 관리의 통합화, 설계 및 시공의 정보관리 통합화 등이 있으며, 최근에는 건설 생산 과정의 각 단계마다 발생하는 정보를 적당한 목적에 맞도록 업무 협력을 통하여 빌딩 건설의 설계단계와 시공단계 과정을 통합하여 관리하는 방안에 대한 연구를 제시한 바 있다.

일본의 경우 CAD 관련 소프트웨어를 전적으로 미국과 영국에 의존하나, 대형 건설 업체가 자체적으로 건설 통합 시스템(CICS) 차원에서 응용 연구가 진행되고 있다.⁵⁾

2.3 국내 견적 프로그램 현황

현재 국내에서 활용하고 있는 견적프로그램은 2 차원 평면의 도면과 시방서를 견적 전문가가 숙지하여 프로그램에 수작업으로 도면 정보를 입력하면, 견적 프로그램은 짜여진

공식에 의하여 물량을 산출하고 기존의 단가데이터로 내역서를 작성하는 형식을 지니고 있다.⁶⁾

표 2.1. 기존 견적프로그램의 특징

	골조 프로그램	단가 프로그램
산출 방법	· 기초, 기둥, 보, 벽 등의 부위별로 물량산출 · 작업자가 도면 정보를 숙지하고 부재, 재료 치수를 입력	· 일위대가 목록에 의해 내역서 작성 · 산출된 물량을 내역 항목에 연동하고 단가 대입
특이 사항	· 마스터관리로서 골조의 종류 및 할증조정 · 각 동별, 층별로 구분 · 타입별 기본자료 형성되어 있고 주 자료 형식을 구별하여 입력 · 철근의 이음 및 정착길이에 대한 계산은 집계처리 후 종류에 따라 할증율로서 계산 · 집계된 물량 내역서로 전송	· 골조, 마감 물량용 내역서로 전송 · 자체 단가 데이터 저장 가능 · 주택공사, 조달청 등의 데이터 파일 저장 · 원가 계산 항목 처리

3. 물량 산출 자동화 알고리즘 분석

3.1 골조물량 산출 방법론 연구

기초 물량 산출을 하는 과정을 살펴보면 한 가지 경우만 채택을 하여 물량을 산출했다. 독립기초의 경우에는 기초 슬래브 부분과 주각 부분의 물량 산출 방법에서 몇 가지 미비한 점이 나타났다. 각각의 형태별 기초 물량을 산출하는데 문제점을 나타내고 있다. 즉 물량 산출량을 도출하는 과정에서 견적업무를 담당하는 사람의 경험상의 이론으로 물량을 산출한다. 슬래브의 물량 산출에서 슬래브와 기둥, 벽, 보가 만나는 부위는 슬래브의 두께를 어디서 어디까지 정하는지 기준부여가 없다. 그리고 슬래브의 물량을 산출하는데 있어서 슬래브와 겹쳐지는 각 부재별 물량을 객체별로 물량을 산출하는지 아니면 공제 부분은 제외하고 물량을 산출하는지 명확한 기준 규명이 없다. 기둥은 각 형태별로만 물량을 산출하면 각 부재별 공통된 부분의 물량 산출량은 정확하게 파악하지 못한다. 기둥의 물량을 산출하는데 있어 물량산출 방법론의 정립이 미비하다. 각 객체의 물량값은 정확하게 산출 할 수 있으나 각각의 부재별이 서로 교차되는 부분에서는 벽체의 정확한 물량을 산출이 되지 않는다. 각각의 부재별이 겹쳐지는 부분의 물량은 어떻게 처리하는지의 명확한 기준 정립이 미흡하다. 그래서 단일 벽체 부재만의 물량산출에 있어서의 문제보다 각 부재들이 만나는 경계부분(boundary condition)의 벽체 물량 산출 기준의 정립이 요구된다.⁷⁾ 보의 물량 산출 방법론을 살펴보면 보의 단일 객체 물량을 산출하는 방법론은 정립이 되어 있다. 보와 각각의 다른 부재들이 겹쳐지는 부분에서의 물량 산출을 하는 방법에 좀더 명확한 기준의 정립이 요구된다. 보와 각각의 부재들이 겹쳐지는 경계부분(boundary condition)에서 물량 산출하는 방법이 명확하게 정립되어

윤기병외 1992, "설계도면에서의 물량산출 자동화 연구(II), 대한주택공사", pp.65-92.

3) 이승원 1996, "건축구조 물량산출 자동화 시스템에 관한 연구", 숭실대학교, 석사학위논문, p.5-19.

4) 이해남 1995, "물량 산출 자동화를 위한 데이터 베이스 설계", 단국대학교, 박사학위논문, pp.2-9.

5) 한충희외 1994, "견적시스템 표준화/자동화 연구", 한국정보처리응용학회, pp.24-96.

6) 오세욱 2000, "3차원 CAD를 응용한 견적 자동화 시스템 구축 방안"에 관한 연구", 인하대학교 석사학위논문, pp.5-17.

7) 최재필외 1991, "설계도면에서의 물량산출 자동화 연구(I), 대한주택공사", pp.29-97.

윤기병외 1992, "설계도면에서의 물량산출 자동화 연구(II), 대한주택공사", pp.65-92.

지 않다. 계단의 물량 산출 방법론을 살펴보면 계단 자체를 한 부재로 설정하여 물량 산출을 했다. 계단과 계단실이 있는데 이것을 고려하지 않고 물량산출이 이루어 졌다. 계단실의 벽은 벽체의 물량 산출량에 포함되어 있다. 각 부재별 물량산출의 명확한 기준이 정립되어 있지 않다. 계단만을 한 부재로 볼 것인지, 아니면 계단실 전체를 한 부재로 결정을 해서 물량 산출을 할 것인지 명확한 기준 정립이 요구된다.

3.2 건적 프로그램에서 골조 물량 산출 방법론에 대한 연구

기초 부분 골조 물량 산출 방법론은 기초부재의 단일 부재 물량산출 방법론은 정립되어 있다. 기초부분에서 각 부재별 경계부분(boundary condition)에서의 물량 산출 방법은 문제점이 나타난다. 공제부분의 명확한 산출 근거가 건적작업자에 의해 결정이 된다. 슬래브 부재에서 콘크리트 물량 산출 방법에서 각 다른 부재별 경계조건(boundary condition)에서의 물량 산출 기준이 명확하지 않다. 거푸집의 경우 그 기준 정립이 더욱 미비하다. 공제되는 부분의 경우 도면에서 나타난 부분도 있지만 아닌 경우도 있다. 이 경우 건적작업자에 의해서 물량 산출량이 결정이 된다. 기둥부재의 콘크리트 물량 산출에서 각 다른 부재별 경계조건(boundary condition)에서 명확한 기준 정립이 부족하다. 거푸집의 물량 산출 기준의 정립은 기둥과 연결되는 부재 슬래브, 보, 옹벽 부분의 경계조건(boundary condition)에 대한 물량 산출 기준의 정립이 미비하다. 옹벽 부재의 콘크리트 물량을 산출하는데 있어 각 부재들 가운데 어느 부분을 기준으로 물량 산출을 하는가에 대한 기준이 정립되어있지 않다. 치수를 입력할 때 중심선 중심으로 입력을 하는 경우 경계조건(boundary condition)에서의 치수 입력은 부정확하게 된다. 거푸집의 경우에도 위와 비슷한 문제점이 도출된다. 보 부재의 콘크리트 물량을 산출하는 과정에서 도면을 보고 치수를 입력하는 과정에서 어느 부재를 기준으로 입력하는지 기준이 명확하지 않다. 기둥, 기초, 그리고 다른 보와 겹쳐지는 부분에서의 물량 산출 방법이 정립되어있지 않다. 보 부재와 각 다른 부재의 경계조건(boundary condition)에서 물량 산출 방법의 기준이 명확하지 않다. 거푸집의 경우에도 도면을 보고 치수를 기입하는 과정에서 서로 교차되는 부분이 명확하게 구분되지 않는다.

4. 골조 물량 산출 표준화 알고리즘 제시 (콘크리트, 거푸집)

4.1 표준 알고리즘 기준(콘크리트, 거푸집)

본 연구에서는 철근 콘크리트의 골조 물량 산출 방법론에서 콘크리트, 거푸집 물량 산출 방법론에 대한 개선 내용을 제시 하고자 한다. 기존 물량 산출 방법에서 각각의 부재들에 대한 물량 산출 방법의 기준은 정립 되어있다. 하지만 각 부재들의 경계조건(boundary condition)에서 물량 산출 방법 기준 정립은 부족하다. 골조 물량 산출 방법론에서

각각의 부재들에 대한 경계조건(boundary condition)의 물량 산출 방법론의 기준 정립을 마련하기 위한 전체 조건을 먼저 부여한다. 각각의 부재들이 서로 겹쳐지는 부위에서 어떤 부재를 최상위 기준으로 할 것인지 우선 순위를 결정한다. 그 기준은 수직적인 분류와 수평적인 분류에 의한 내용으로 기준 정립을 하였다. 각 부재 기초, 슬래브, 기둥, 보, 벽, 난간의 콘크리트, 거푸집 물량을 산출하는데 단위 치수를 입력을 할 때 슬래브의 치수, 기둥의 치수, 보의 치수, 벽의 치수등 어떤 부재를 중심으로 치수 입력하는가에 따라 물량 산출 알고리즘 내용이 달라진다. 그래서 여러 부재들이 겹쳐지는 부위에서 좀더 명확한 물량 산출량을 얻기 위해서는 부재별 우선 순위의 결정이 중요하다.

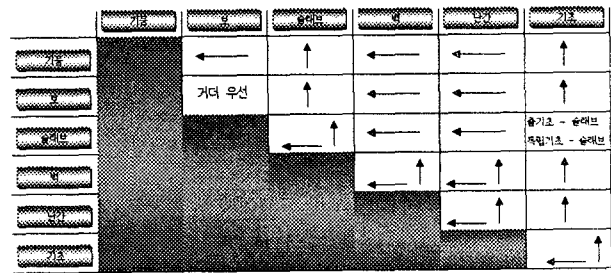


그림 3.1 각 부재별 우선 순위 결정

4.2 각 부재별 경계조건에 대한 표준화 알고리즘 내용 (콘크리트, 거푸집)

기초 부분에서 각기 다른 부재들이 만나는 경계조건(boundary condition)에서 물량 산출 알고리즘의 일반적 기준을 정립한다. 실제적으로 공제되는 부분의 임의의 물량 값을 입력하는 것이 아니라 명확한 치수 입력을 통하여 물량 산출량을 도출한다. 슬래브 부재를 수직적인 분류, 수평적인 분류 단계로 나누어 알고리즘 내용을 제시하였다. 슬래브 부재는 수직적인 분류에서 평 슬래브, 경사 슬래브, 계단 슬래브로 나누어서 알고리즘 내용을 제시하였다. 각 부재의 우선 기준에서 슬래브는 최상위 레벨로 규정되어져 있어서 수직적 분류의 알고리즘 내용으로만 이루어진다. 콘크리트의 물량 산출 방법은 도면의 치수 입력을 할 때 슬래브와 겹쳐지는 다른 부재들은 슬래브 치수를 제외한 부분의 부재들의 치수를 입력 한다. 거푸집 물량 산출 내용은 위의 방법과 같이 이루어진다. 거푸집 면적 산출에서 슬래브의 층 단위 분류상에서 각기 다른 곳에 위치한다. 이 경우 분류 단계에서 각기 다른 알고리즘 내용을 적용한다. 기둥 부재의 수직적 분류 다음에 수평적 분류로 나누어진다. 기둥 부재의 수평적 분류는 기둥이 각 부재별 상위별로 나누었을 때 상위 레벨로 구분 지어졌다. 수평적 분류는 이루어지지 않는다. 콘크리트 물량 산출 방법은 도면을 보고 치수를 입력을 할 때, 슬래브의 유무에 따라 물량 산출 알고리즘 내용이 각각 달라진다. 슬래브 부재는 기둥 부재보다 상위 레벨로 규정하였다. 거푸집 물량 산출 방법도 위 내용과 동일하게 이루어진다. 수직적 분류와 수평적 분류에 의해서 물량 산출 알고리즘 내용이 각기 다르게 이루어진다. 벽 부재의 수평적 분류에서 기둥, 거더, 빔, 난간, 벽 같

은 부재들이 이루어진다. 벽 부재와 동일 위치에서 다른 여러 부재들이 겹쳐지는 모든 상황들을 수평적 분류에 의해 정립을 한다. 수평적 분류에서 여러 상황들의 물량 산출에서 각기 다른 알고리즘 내용이 적용된다. 수직적 분류에 의한 알고리즘 내용은 슬래브 유무에 의해 달라진다. 수평적 분류에 의한 알고리즘 내용은 각기 다른 부재들과 겹쳐지는 부분은 경계조건(boundary condition)에 의해 달라진다. 각 부재들의 경계조건(boundary condition)에서 물량 산출 값을 도출하는데 있어 공제 부분의 물량을 입력하지 않아도 된다. 벽 부재의 분류 중 수평적 분류에서 벽과 벽이 겹쳐지는 부분의 경계조건(boundary condition)에서 물량 산출 알고리즘 내용은 아래 그림과 같은 조건에 의해서 알고리즘 내용이 정립된다. 도면 정보를 이용하여서 도면의 중심선이용 중심선을 기준으로 하여서 서로 교차되는 부분을 여러 분류로 정리하여서 알고리즘 내용을 정립하였다.

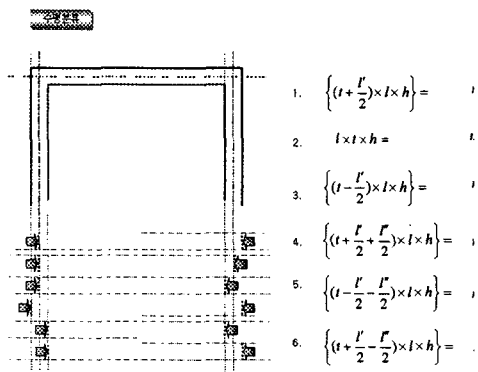


그림 4.1 용벽 알고리즘 기준 및 내용

보 부재의 수평적 분류에서는 보(거더, 빔) 부재를 기준으로 기둥, 빔, 벽 같은 부재들이 이루어진다. 보(거더, 빔) 부재와 동일 위치에서 다른 여러 부재들이 겹쳐지는 모든 상황들을 수평적 분류에 의해 정립을 한다. 난간 부재의 수평적 분류에서 여러 상황들의 물량 산출에서 각기 다른 알고리즘 내용이 적용된다. 수평적 분류에서는 난간 부재를 기준으로 기둥, 난간, 벽 같은 부재들이 이루어진다. 난간 부재와 동일 위치에서 다른 여러 부재들이 겹쳐지는 모든 상황들을 수평적 분류에 의해 정립을 한다. 수평적 분류에서 여러 상황들의 물량 산출은 각기 다른 알고리즘 내용이

적용된다.

5. 결론

본 연구에서는 골조 공사 물량에서 콘크리트, 거푸집 물량 산출 방법론에서 각 부재별 경계조건(boundary condition)에 대한 알고리즘을 제시하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해, 기존 골조 공사 자동화 물량 산출 방법론에 대한 연구 현황 및 문제점을 고찰하여 경계조건(boundary condition)에 대한 연구의 필요성을 재검토 함으로써 골조 물량 산출 방법론에서 경계조건(boundary condition)에 대한 물량 산출 알고리즘 연구가 필요하다는 근거를 마련하였다. 기존 현황과 기존 견적 프로그램을 조사하고 특징 및 장·단점을 분석하여 연구의 방향을 설정하였다. 이를 토대로 경계조건(boundary condition)에 대한 개념 및 절차를 수립하고, 기존 연구를 조사 분석하여 경계조건(boundary condition)에 대한 알고리즘을 제시하였다.

향후 연구에서 철근 콘크리트 RC조, 벽식 구조 한해서 산출 방법론을 정립하여 골조공사 전체 분야에 연구 이루어 져야 한다. 그리고 골조 공사 통합 물량 산출에 대한 연구가 이루어 져야 하겠다.

참고문헌

1. 김문한의 1991, CAD에 의한 물량산출 및 견적자동화 시스템 개발에 관한 연구, (주)대동주택, 서울산업대학 생산기술연구소.
2. 최재필외 1991, "설계도면에서의 물량산출 자동화 연구 (I), 대한주택공사", pp.29-97.
3. 윤기병외 1992, "설계도면에서의 물량산출 자동화 연구 (II), 대한주택공사", pp.65-92.
4. 이승원 1996, "건축구조 물량산출 자동화 시스템에 관한 연구", 숭실대학교, 석사학위논문, p.5-19.
5. 이해남 1995, "물량 산출 자동화를 위한 데이터 베이스 설계", 단국대학교, 박사학위논문, pp.2-9.
6. 한충희외 1994, "견적시스템 표준화/자동화 연구", 한국정보처리용융학회, pp.24-96.
7. 오세욱 2000, "3차원 CAD를 응용한 견적 자동화 시스템 구축 방안에 관한 연구", 인하대학교 석사학위논문, pp.5-17.

Abstract

The construction industry from the research about materials calculate automation became accomplished plentifully. Material price calculate with application in the CAD plan is more quicker and accurate than with existing handy work. It gives a many effect in development of the research and estimation program against material calculate production automation with application of the CAD. But material calculate production uses an estimate program from generally a framework construction and the material calculate production work becomes accomplished. A thesis of the material calculate production methodology about a part of materials boundary condition from material calculate production work of framework construction is the actual condition which is insufficient. From the dissertation which it sees standardize the concrete, a concrete form a each part of materials calculate method from framework construction material calculate production. It standardize a part of materials agree with a condition of material calculate methodology which from a each part of materials boundary condition.

Keywords : The reinforced concrete, Framework, Materials, Algorithm