

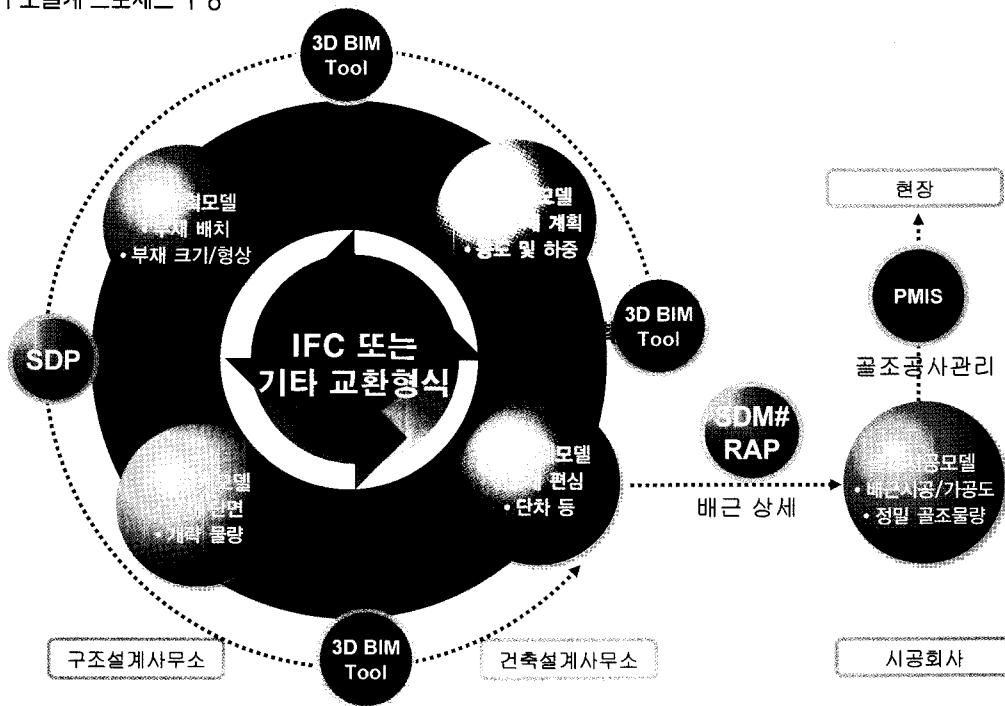
# 3차원 BIM 기반 구조설계



김치경 교수  
선문대학교 건축학부

## 1. 3D BIM 기반 구조설계 개요

### 1.1. BIM 기반 구조설계 프로세스 구성



### 1.2. BIM 기반 구조설계 현황

- 미국, 유럽 등에서 개방형 BIM 기반 구조설계 업무 프로세스가 1-2년전부터 현장 적용되고 있는 것으로 파악
- 건축설계 정보가 2차원 도면 대신 3차원 모델로 전달

- 구조설계와 골조공사 관리 분야는 개방형 BIM 도입이 우선 도입될 수 있는 분야
  - 기둥/보/슬래브/기초 구성객체와 재료가 명확
  - 골조물량 절감, 간접 검토, 골조공사 사전 시뮬레이션

등 다방면의 직접적 효과 기대

- 단계적 도입 : 타 분야와의 정보 공유
  - 기본설계 : 구조계획(부재배치), 초기 단면크기 공유
  - 본설계 : 구조해석 결과 및 부재 단면 공유
  - 상세설계 : 부재의 편심, 단차, 개구부 등 상세 정보
  - 시공설계 : 철근 배근시공도, 강재 제작도 등

### 1.3. BIM 기반 구조설계 개요

- 건축설계와 구조설계가 최초 스케치 단계로부터 부재 CNC 제작 단계까지 하나의 모델을 공유
- 각 단계에서 공유 모델을 기반으로 하는 적절한 S/W를 사용
- S/W간 모델 공유 방안
  - IFC(Industry Foundation Classes)
  - 특정 S/W간 고유포맷
- 모델 상세 수준에 따른 모델 공유
- BIM 제공하는 다양한 정보를 구조설계 시 활용
  - 건축모델로부터 구조물 형상 정보 재활용
  - 골조물량/전적 정보 확인
  - 마감 또는 설비와의 간섭 검토
  - 설계 변경 시 실시간 반영 가능
- 모델 갱신 기능에 의한 단일 모델 유지

### 1.4. S/W간 정보공유 방안

- 개방형 BIM (Big BIM) 기반 정보 공유
  - 표준화된 모델 중심으로 정보 재활용/공유
  - 이종 S/W간 정보 교환
  - 각 S/W의 고유 기능/정보 교환에 제한
  - IFC 기반 import/export 기능 지원 S/W간 정보 교환
- S/W 종속 BIM(Little BIM)에 의한 정보 공유
  - S/W간 폐쇄적 포맷으로 정보 재활용/공유
  - 상호간 정보교환 기능이 지원되는 S/W간 정보 교환
  - 각 S/W의 고유기능/정보 교환 가능
  - Revit Architecture-Revit Structure-ETABS

### 1.5. 모델 상세 수준 별 구조정보

- 구조계획 단계 (Schematic Design)
  - 구조계획모델
  - 부재 시스템 및 배치
  - 부재 초기 가정 단면

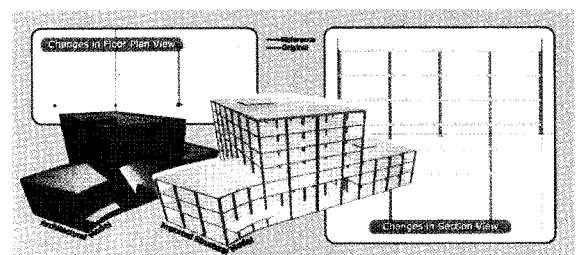
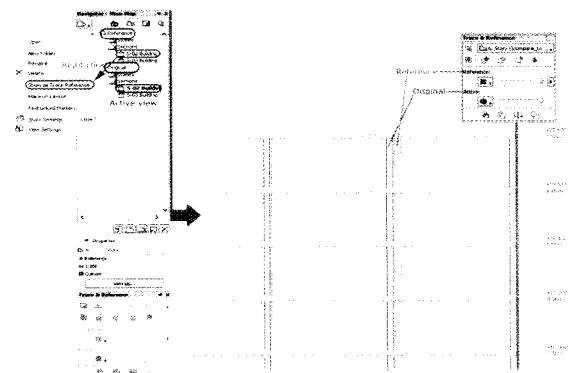
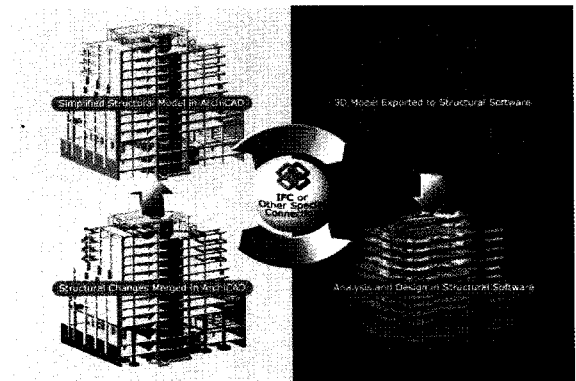
- 구조해석/단면설계 단계 (Design Development)
  - 구조해석모델(Analytical Model)
  - 부재 단면, 부재력, 개략 물량

- 실시상세설계 (Construction Design)
  - 시공모델(Physical Model)
  - 부재편심, 단차, 개구부

- 제작/시공 설계 (Shop Drawing)
  - 제작모델(Manufacturing Model)
  - 철근 가공/배근도, 강재 제작도/접합부

### 1.6. 모델 갱신과 단일 모델 유지

- 건축설계/구조설계 동시 작업 중 각 작업에서 발생한 변경을 단일 모델로 유지하는 기능
- 사례
  - Revit Structure와 ETABS간 create/update
  - ArchiCAD의 Trace & Reference 기능



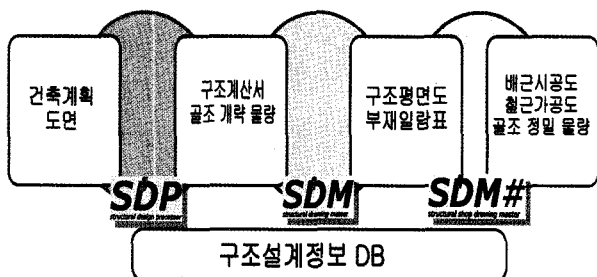
## 1.7. BIM 기반 구조설계 환경 구축을 위한 선행 요건

- 전산 환경 구축
  - 건축설계 BIM Tool과 연동할 수 있는 구조설계/해석 프로그램
  - 건축설계와 구조설계 간의 정보 유통 체계 정립
  - 특정 제품 중심의 표준화 지양하고 사용자 입장에서 다양한 Tool 중 선택적으로 사용할 수 있는 환경 구축
  - 이를 위하여 개방형 BIM (IFC)을 중심으로 한 정보 유통 체계 구축 선행되어야
- 업무 프로세스 재정립
  - 건축설계/구조설계/시공 간의 업무 프로세스 정립
  - 3차원 모델링 및 설계에 따른 용역비 조정
  - 건축설계/구조설계/시공회사 간 정보 유통/공유 표준화
- 기술적 해결 과제
  - 국내 구조설계 기준, 상세, 관행 등이 반영된 Tool
  - 건축설계와 구조설계 간 모델 공조(synchronize)
  - 시공 모델(Physical model)과 구조해석 모델 (Analytical model) 간의 연계

## 2. 건축구조설계 통합시스템 SDP

### 2.1. SDP 제품군의 구성

- 건축구조설계 전과정을 하나의 프로그램 안에서 수행
- 3차원 구조해석 및 설계정보를 하나의 통합 DB로 관리
- 통합 DB를 이용한 구조도면/배근시공도/물량산출 수행
- SDP 제품군 구성
  - SDP(Structural Design Processor) : 건축구조설계 프로그램
  - SDM(Structural Drawing Master) : 건축구조 도면 작성 프로그램
  - SDM#(Structural Shop Drawing Master) : 철근가공도/가공일람표

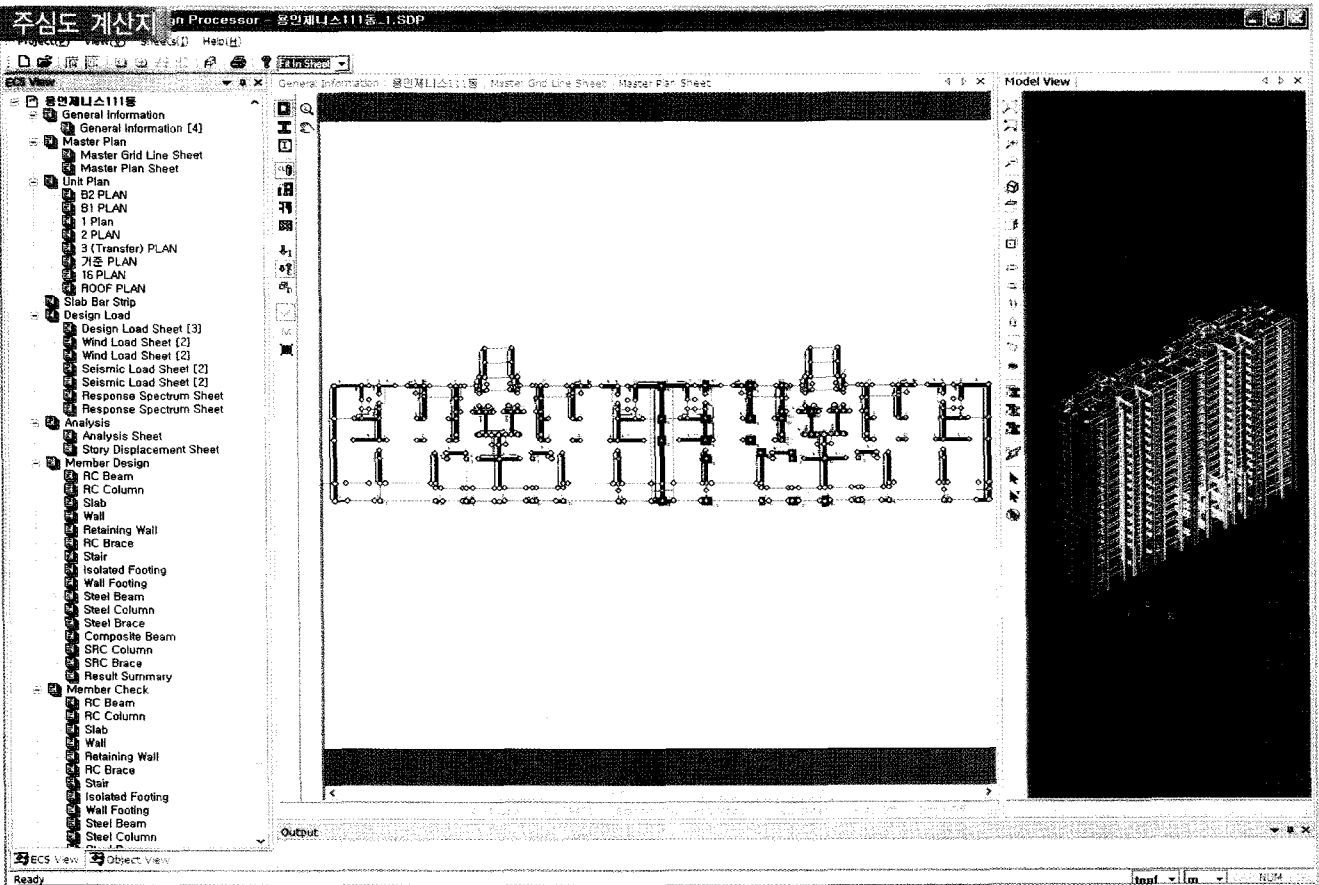
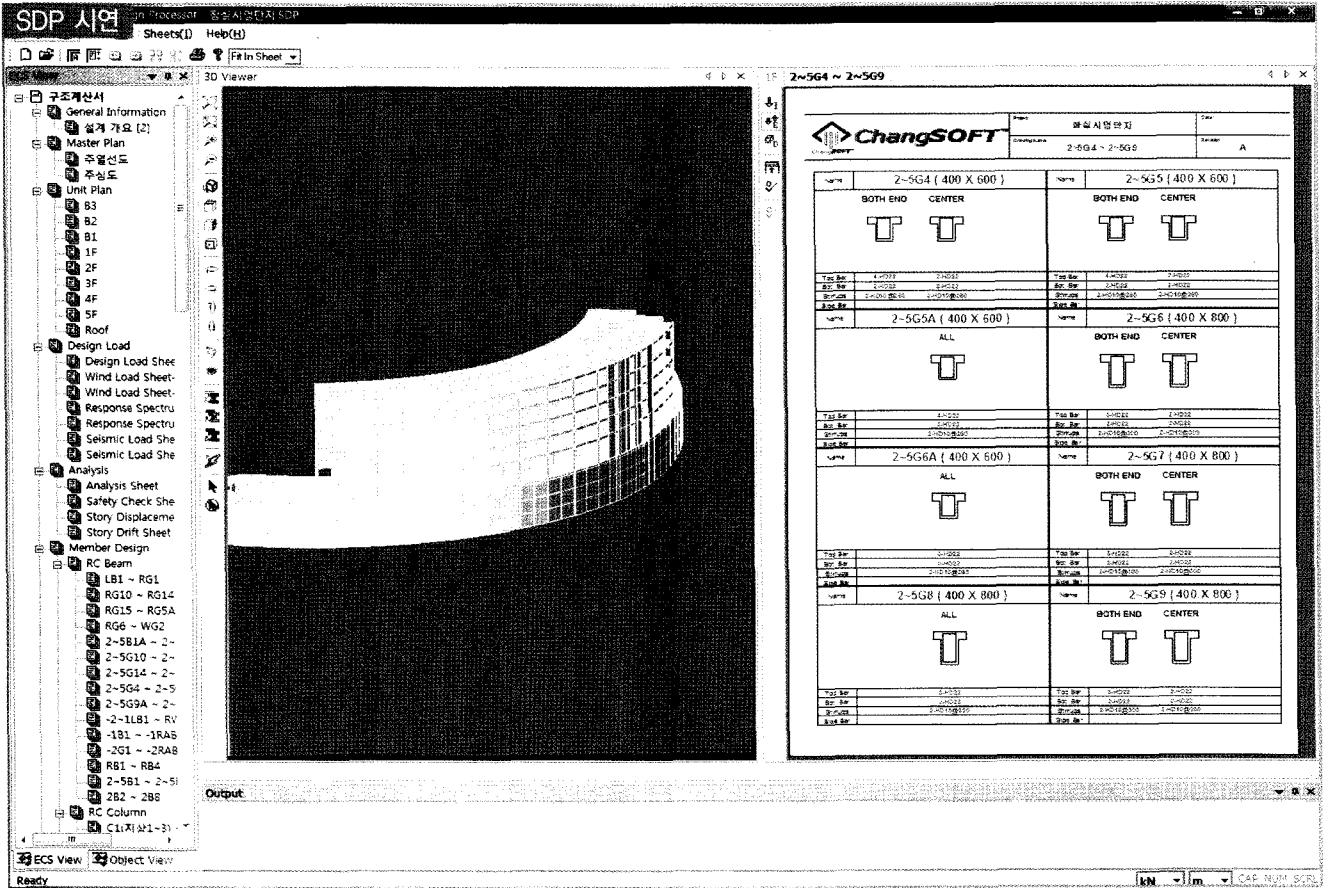


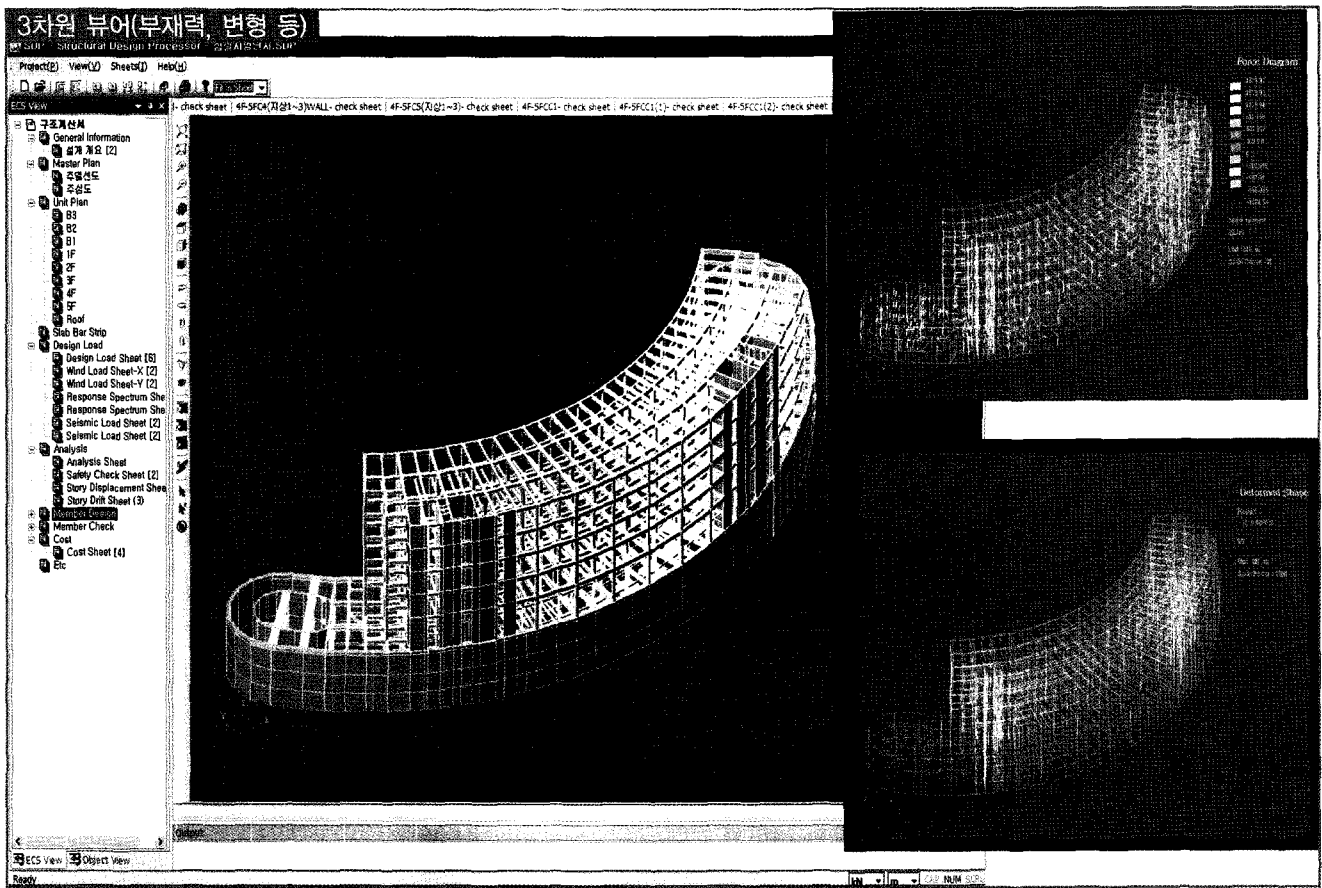
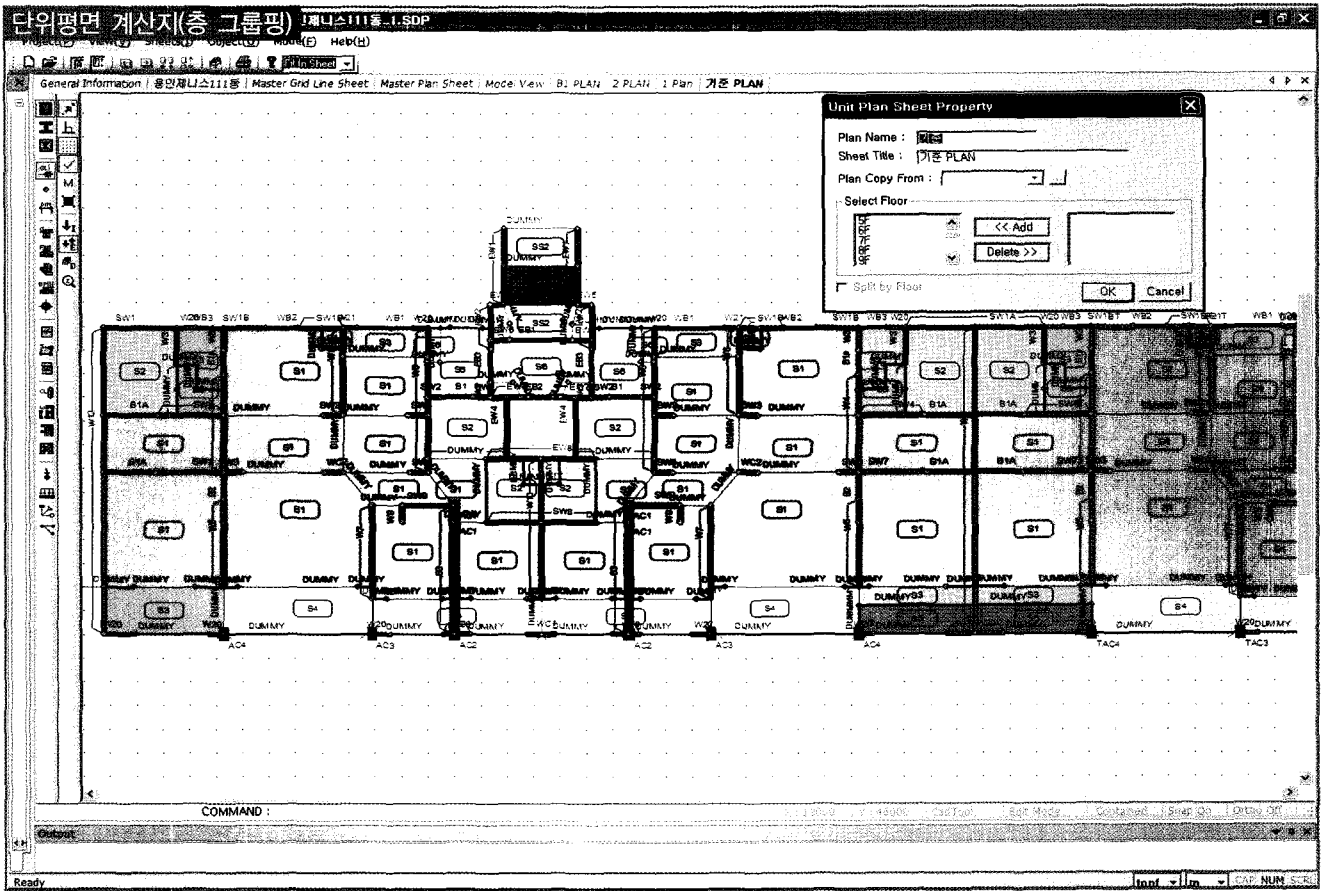
### 2.2. 구조설계 통합시스템 SDP 개발

- SDP의 특징
  - 구조설계 전 과정과 골조 물량산출 및 도면작성까지를 하나의 프로그램 안에서 수행
  - SDP는 순차적 단순계산이나 각 계산지 사이의 정보흐름 및 데이터 관리를 전담
  - 엔지니어가 자신의 지식과 경험에 바탕한 공학적 판단과 설계안 창출에 집중
  - 3차원 구조설계 정보를 하나의 데이터베이스에서 관리하는 차세대 BIM 기반 구조설계 환경 구축 지향

### 2.3. SDP 개발 범위

- 설계 대상 범위 및 적용 기준
  - 철근콘크리트 구조
    - 대한건축학회 USD 2003, KBC 2005, KBC 2008
  - 강구조 (평창 지진 후 국토부 요청 수용)
    - 대한건축학회 ASD 1983, KBC 2005, KBC 2008 (ASD, LRFD)
  - SRC 기둥 및 RC슬래브 합성보
- 지진하중
  - 등가정적해석, 응답스펙트럼해석
- 단위계
  - SI unit, MKS unit, US unit
- 구조해석
  - 자체해석 모듈 내장
  - NeoMAX 3D, MIDAS Gen, ETABS 연동
- 구조계산지 유형
  - 표지
  - 설계개요
  - 평면도 : 주열선도, 중심도, 층별 평면도
  - 설계하중 : 바닥하중(DL, LL), 풍하중, 등가정적 지진하중, 응답스펙트럼 지진하중
  - 구조해석
  - 부재 단면설계 및 일람표 : 보, 슬래브, 기둥열, 내력벽열, 지하외벽열, 독립기초, 줄기초, 계단
  - 단면 상세 검토
  - 3차원 뷰어 및 모델링
- SDP에 의한 구조설계 결과로 주어지는 설계정보 데이터베이스를 이용하여 구조도면을 작성하는 모듈인 SDM 개발





### 보단면설계 개시지

ChangSOFT  
보단면설계 개시지

Beam Type	Dimensions	End Conditions
RG10	500 X 700	BOTH-END, CENTER
RG10A	500 X 700	CENTER
RG11	500 X 700	BOTH-END, CENTER
RG11A	500 X 700	CENTER
RG12	600 X 700	BOTH-END, CENTER
RG13	400 X 800	BOTH-END, CENTER
RG13A	400 X 800	BOTH-END, CENTER
RG14	400 X 800	BOTH-END, CENTER

ChangSOFT  
보단면설계 개시지

Beam ID	Beam Type	Dimensions	End Conditions	Design Status
B01	RG10	500 X 700	BOTH-END	Design
B02	RG10	500 X 700	BOTH-END	Design
B03	RG10	500 X 700	BOTH-END	Design
B04	RG10	500 X 700	BOTH-END	Design
B05	RG10	500 X 700	BOTH-END	Design
B06	RG10	500 X 700	BOTH-END	Design
B07	RG10	500 X 700	BOTH-END	Design
B08	RG10	500 X 700	BOTH-END	Design
B09	RG10	500 X 700	BOTH-END	Design
B10	RG10	500 X 700	BOTH-END	Design

### Beam Design Property

Beam Design | Force | Option

Name: [Blank] Material: [Blank]

Width: 0.5 m Depth: 0.7 m Cover: 0.04 m

Type: Both Ends, Mid

Auto Checking: [Checked]

Check: [Checked]

Detail: [Detail] [Detail] [Detail]

Top Bar: 10 - HD [Blank] (CLCB1) 3 - HD [Blank] (CLCB3) 3 - HD [Blank] (CLCB1)

Neg. Mu/aMn: -731.21 / -772.26 = 0.95 -7.75 / -250.78 = 0.31 -724.19 / -772.26 = 0.94

Bottom bar: 4 - HD [Blank] (CLCB15) 0 - HD [Blank] (CLCB1) 0 - HD [Blank] (CLCB15)

Pos. Mu/aMn: 53.45 / 252.82 = 0.21 322.22 / 438.31 = 0.74 61.82 / 252.82 = 0.24

Side Bar: 0 - HD [Blank] (CLCB1) 2 - HD [Blank] (CLCB1) 0 - HD [Blank] (CLCB1)

Straps: 4 - HD [Blank] (CLCB1) 3 - HD [Blank] (CLCB1) 0 - HD [Blank] (CLCB1)

Max Vu / aVn: 498.53 / 523.58 = 0.95 368.33 / 438.43 = 0.84 488.32 / 523.58 = 0.93

Max Tu / aTn: [Blank] [Blank] [Blank]

Immediate Det.: [Blank] Long-Term Det.: [Blank] Crack Check: 0.0002 < 0.0008

OK Cancel

### 내력벽단면설계

ChangSOFT  
내력벽단면설계

Wall ID	Wall Type	Dimensions	End Conditions	Design Status
B1	RC Wall	2.76 X 6.45	Both Ends	Design
B2	RC Wall	2.76 X 6.45	Both Ends	Design
B3	RC Wall	2.76 X 6.45	Both Ends	Design

### Wall Regroup

Wall Name: [W1] Show & Check Result In Real Time

Name	Thick	V-Bar	H-Bar	E-Bar	Result
5F-5FW1	250	HD13@350	HD13@400	-	-
4F-4FW1	250	HD13@350	HD13@400	-	-
3F-3FW1	250	HD13@350	HD13@400	-	-
2F-2FW1	250	HD13@350	HD13@400	-	-
1F-1FW1	250	HD13@350	HD13@400	-	-
B1-B1W1	250	HD13@350	HD13@400	-	-
B2-B2W1	250	HD13@400	HD13@400	-	-
B3-B3W1	250	HD13@400	HD13@400	-	-

Merge: [B3-B3W1] to [B1-B1W1] Merge

Split Auto Design Design...

### Wall Design Property

Name: [Blank] Thk: 0.3 m Cover: 0.02 m

Rebar: E-Bar: 0 - EA [Blank] (CLCB106) 0.4 m V-Bar: HD [Blank] (CLCB106) 0.2 m H-Bar: HD [Blank] (CLCB106) 0.3 m

Pu/aPn = -56.33 / -136.94 = 0.41 Mu/aMn = 110.93 / 94.91 = 1.17

Design Result for Esch Wall

ID	Floor	Length	Height	Result	Pu/aPn	Mu/aMn	Vu/aVn
18697	B1	2.76	6.45	N.G.	0.48	1.17	0.42
18616	B1	2.76	6.45	N.G.	0.47	1.03	0.37

OK Cancel

### 기둥단면설계 계산지

**Column Design Property**

Name: [ ] Material: CC(1) From: [ ] To: [ ]

B: 0.6 m H: 0.9 m Cover: 0.04 m

Rebar: T/B Bar: 5 #10 #2 2 Layers; R/L Bar: 2 #10

$\rho = 0.010$

(CLCB1)

$P_u/P_n = 5047.13 / 76.97 = 0.70$

$M_u/M_n = 17.06 / 111.02 = 0.02$

Tit: [HD] #10 #2 @ 0.3 m

(X: CLCB31, Y: CLCB18)

$V_u/V_h = 23.77 / 594.02 = 0.04$

$V_u/V_h = 26.56 / 577.97 = 0.04$

Rot. X: [30] Rot. Y: [30]

Design Result for Each Column

ID	Floor	Length	Result	$P_u/P_n$	$M_u/M_n$	$V_u/V_h$
1942	2F	4.50	OK	0.70	0.02	0.04
1943	3F	4.50	OK	0.55	0.02	0.04

**ChangSOFT** - 일반시행단지

# SFCC(12)-check sheet

A

**1. GENERAL INFORMATION**

Column Name: #4FRC(12)

Design Code: #ECC5

Material Data:  $f_y = 235 \text{ MPa}$ ,  $f_c = 19.24 \text{ MPa}$

Beam Data:  $f_y = 235 \text{ MPa}$ ,  $f_c = 19.24 \text{ MPa}$

Beam Size: 120.00 x 100.00 mm x 4800.00 mm

Column Size: 40.00 mm

Rebar: #4ECC2, Area: 616.67 mm<sup>2</sup>,  $\rho = 0.01$

Rebar: #4ECC2

**2. MEMBER FORCES AND MOMENTS**

Column: #4FRC(12)

$P_u = 48.22 \text{ kN}$ ,  $M_u = 17.06 \text{ kNm}$

Beam: #4ECC2,  $V_u = 26.56 \text{ kN}$ ,  $M_u = 17.06 \text{ kNm}$

**3. MEMBER FORCE CAPACITY CHECK**

Compressive Axial Load:  $P_n = 6720.23 \text{ kN}$

Design Strength:  $\phi P_n = 6720.23 \text{ kN}$

Actual Ratio:  $P_u/P_n = 0.7167$

Torsion Ratio:  $M_u/M_n = 0.02$

Design Shear Strength:  $\phi V_n = 499.22 \text{ kN}$

Shear Ratio:  $V_u/V_n = 0.053$

Design Shear Strength:  $\phi V_n = 659.18 \text{ kN}$

Shear Ratio:  $V_u/V_n = 0.04$

**4. P-R INTERACTION DIAGRAM**

### SDM : 구조평면도

RF - 육공머리트.SDP

도면명(出): 육공머리트

기준층 PLAN | 1F PLAN | PH PLAN | B2 PLAN

- 육공머리트.SDP
- 평면도
- B3 PLAN
- B2 PLAN
- B1 PLAN
- 1F PLAN
- 기준층 PLAN
- PH PLAN
- 보
- 보 일람표
- 기둥 리스트
- 슬라브 리스트
- 벽체 리스트
- 벽체 일람표
- IF PLAN 벽체배근도
- 지하외벽 일람표
- 지하내벽 일람표
- 계단 일람표
- 구조 리스트
- 물가르 리스트
- 가새 리스트
- SRC기둥 리스트
- SRC가새 리스트

Plan Drawing Option

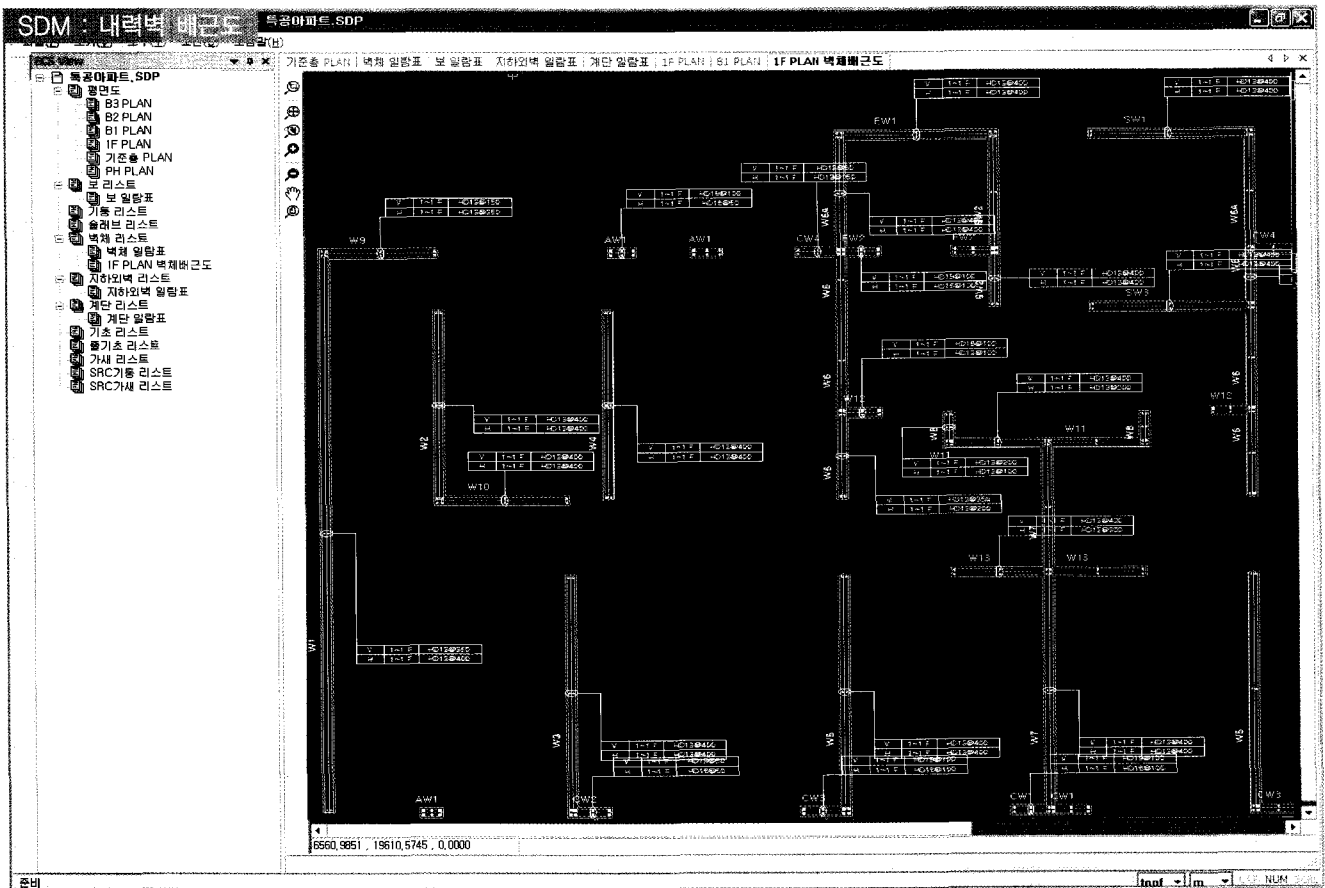
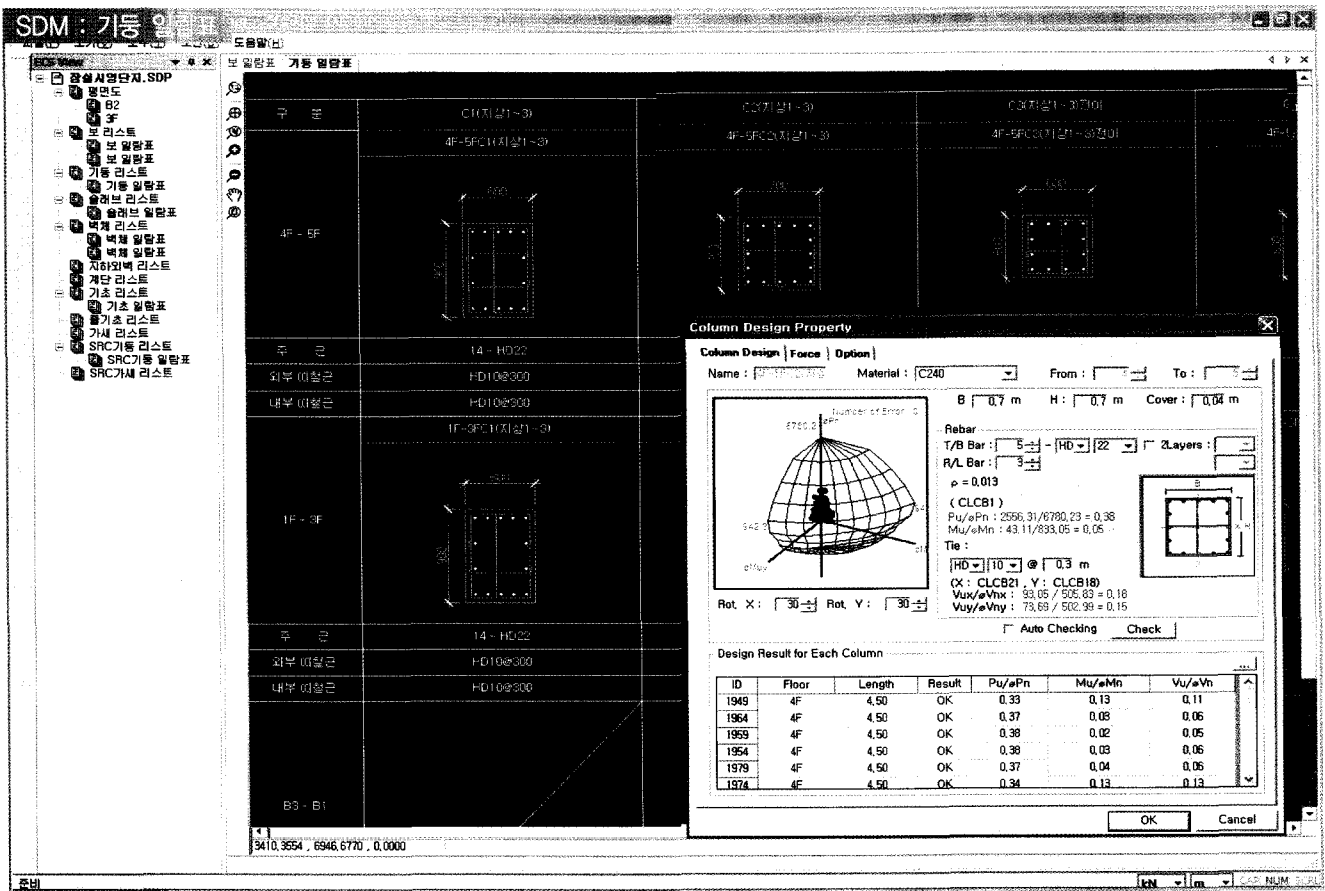
Unselected Item	Selected Item
Item Name	Item Name
	Text
	Grid Line
	Dimension
	Column
	Lower Column
	Beam
	Brace
	Wall
	Lower Wall
	Lower RWall
	Slab
	Stair

Beam & Girder List Table

Title: Member List

Member	Section
LB1	200 x 200
LB2	200 x 200
LB3	200 x 200
LB4	200 x 200
LB5	200 x 200
LB6	200 x 200

203394, 1218, 17363, 5682, 0.0000





- 구조평면도
- 보부재 일람표
- RC 기둥부재 일람표
- SRC 기둥부재 일람표
- 지하외벽 일람표 및 배근도
- 내력벽 일람표 및 배근도
- 계단 일람표 및 배근도
- 내력벽 배근상세도
- 기초 일람표 등

## 2.4. 구조해석 모듈 개발

- SDP 내장 해석모듈 개발
  - 층단위 다이어프램 고려한 정적해석
  - 고유치해석 (고유주기, 모드형상 해석)
  - 응답스펙트럼 해석
- 상용 구조해석 모듈과 연동
  - NeoMAX 3D와 해석 기능 내장 연동

- MIDAS Gen과 입출력 파일 연동
- ETABS와 입출력 파일 연동
- ETABS와 내장 연동 추진 중
- 한번의 모델링으로 구조물에 적합한 여러 해석 프로그램으로 비교해석 가능


## 2.5. 물량산출/견적 모듈 개발

- SDP 설계정보 데이터베이스 활용한 자동 산출
  - 층별, 부재유형별 등 다양한 관점에서의 집계 기능
  - 구조설계 완료 후 경제성 검토 가능
  - 다양한 대안 생성 및 물량 비교로 V/E 기능 지원
  - 이음/정착 고려한 정밀견적 기능 개발 중


## 2.6. SDP 제품군 배포 및 적용

- SDP제품군 및 사용자설명서, 따라하기 무상 배포
  - 홈페이지(www.chang-soft.co.kr) 개설, 회원 모집
  - 홈페이지 통한 프로그램 및 관련 매뉴얼 무상 배포

**물량산출/견적 계산지**



Floor	Q240	Q240
5F	Q240	2.4
4F	Q240	2.4
3F	Q240	2.4
2F	Q240	2.4
1F	Q240	2.4
B1	Q240	2.4
B2	Q240	2.4
B3	Q240	2.4
Sum of Total		



	Unit	Quantity	Unit Cost	Cost
(Unit: 10,000,000)				
5F				
D22-SD40	40.0	364.0	387	13971
D19-SD40	40.0	36.0	387	1378
D13-SD40	40.0	177.5	387	6769
D18-SD40	40.0	0.0	387	0.0
D19-SD40	40.0	0.0	387	0.0
Sum		547.5		22118
B1				
D22-SD40	40.0	146.0	387	5573
D19-SD40	40.0	34.7	387	1324
D13-SD40	40.0	584.3	387	22418
D18-SD40	40.0	18.7	387	723
D19-SD40	40.0	0.0	387	0.0
Sum		783.0		29636
B2				
D22-SD40	40.0	123.1	387	4763
D19-SD40	40.0	32.0	387	1228
D13-SD40	40.0	448.5	387	17258
D18-SD40	40.0	0.0	387	0.0
D19-SD40	40.0	0.0	387	0.0
Sum		603.6		22249
B3				
D22-SD40	40.0	68.0	387	2619
D19-SD40	40.0	14.9	387	568
D13-SD40	40.0	448.7	387	17258
D18-SD40	40.0	0.0	387	0.0
D19-SD40	40.0	0.0	387	0.0
Sum		531.6		19945
Sum of Total		4864.0		192646

**Cost Sheet Property**

Title: [Cost Sheet]

Output Type  
 Member  Floor  Floor/Member  
 Material  Floor (Material)

Select Member  
 RC Beam  Steel Beam  
 RC Column  Steel Column  
 Wall  Steel Brace  
 Retaining Wall  Deck Slab  
 RC Slab  SRC Column  
 Stair  SRC Brace  
 Isolated Footing  
 Wall Footing  
 RC Brace

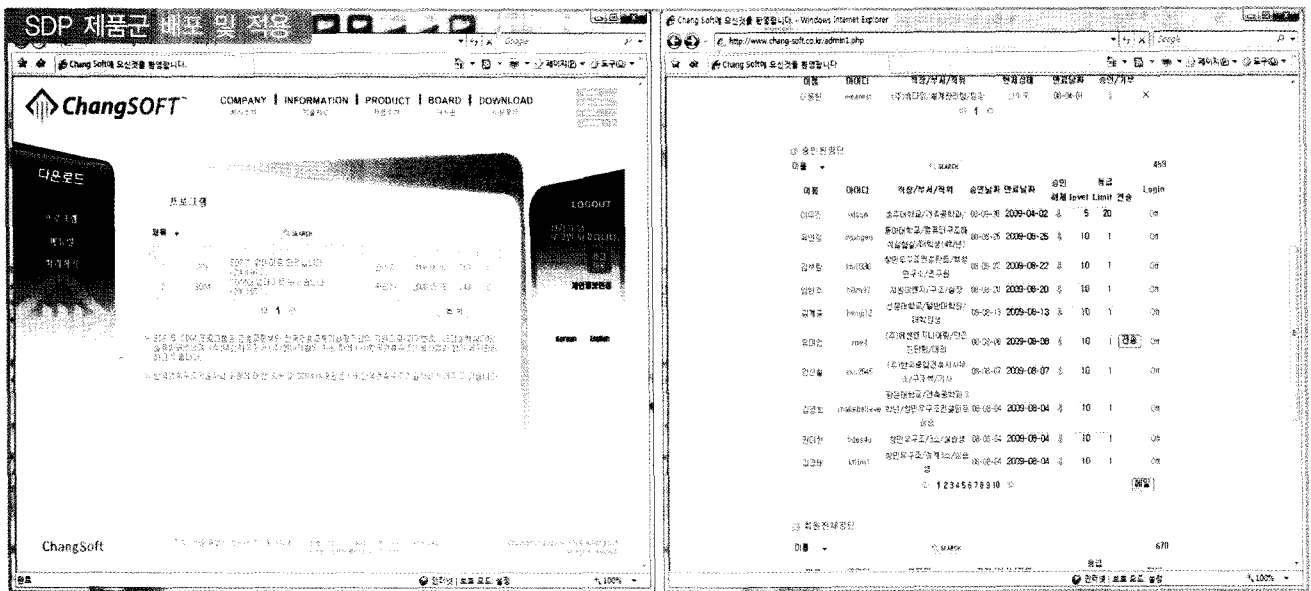
Cost  
 Form : [0] Won/m<sup>2</sup>  
 Deck Slab : [0] Won/m<sup>2</sup>

Output Unit  
 Concrete / Form : [m] Rebar : [kN]  
 Steel : [kN]  
 Material : [kgf] [mm]

OK Cancel

(Unit: 10,000,000)

Floor	Unit	Quantity	Unit Cost	Cost	
5F	STW400	33.0	0.0	387	0.0
4F	STW400	33.0	0.0	387	0.0
3F	STW400	33.0	0.0	387	0.0
2F	STW400	33.0	0.0	387	0.0
1F	STW400	33.0	887.0	387	3283.0
B1	STW400	33.0	1145.3	387	4215.8
B2	STW400	33.0	1048.1	387	3847.8
B3	STW400	33.0	274.6	387	1008.2
Sum of Total		328.0		12264.6	



- 670회원 등록, 459회원 사용 승인 후 활용 중

### 3. BIM 기반 배근시공도

#### 기술개발의 목표

#### Vision

**3차원 건물정보모델(BIM)에 기반한 골조공사 관리시스템  
ConiForm 개발 및 활용으로 골조공사비 10% 절감**

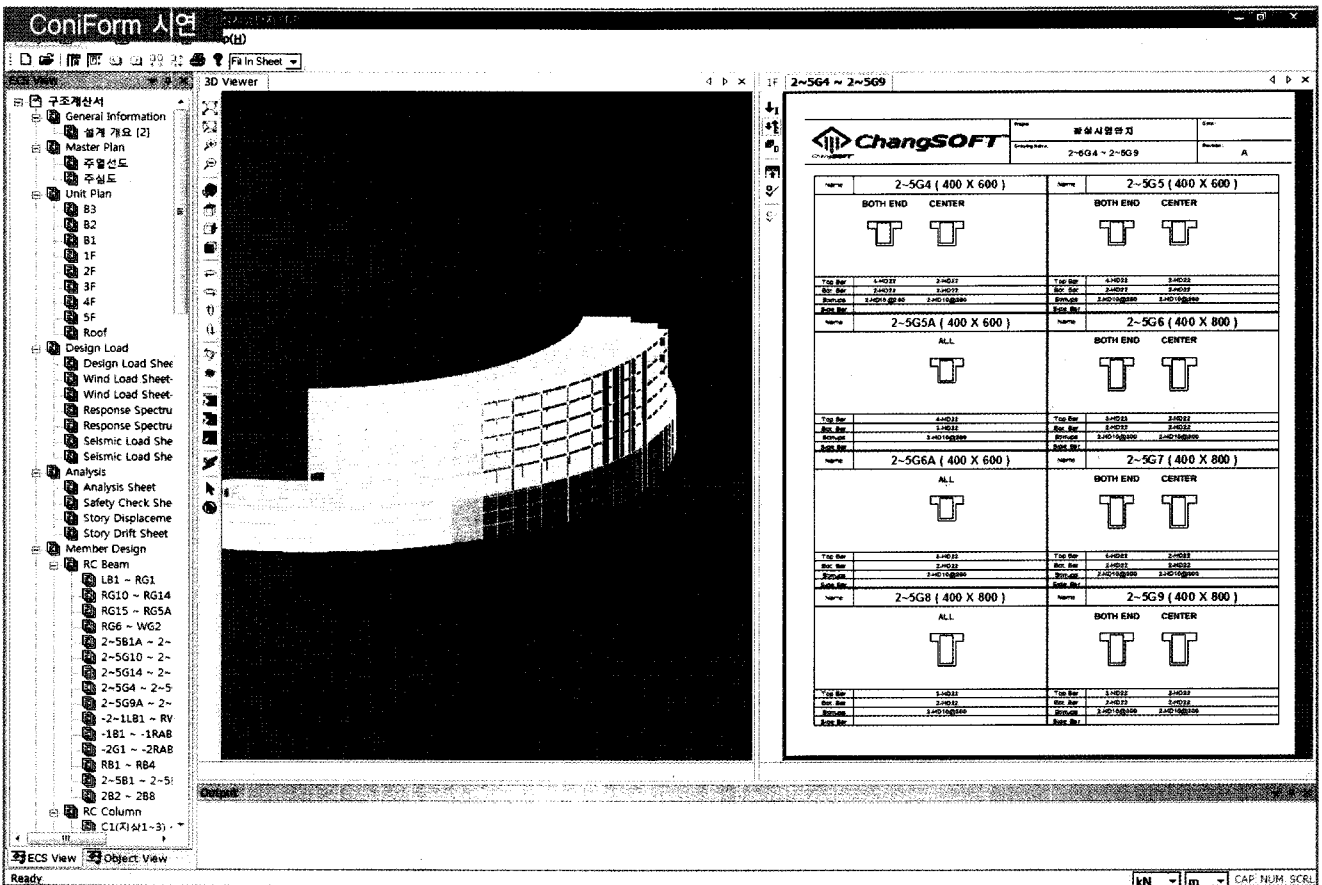
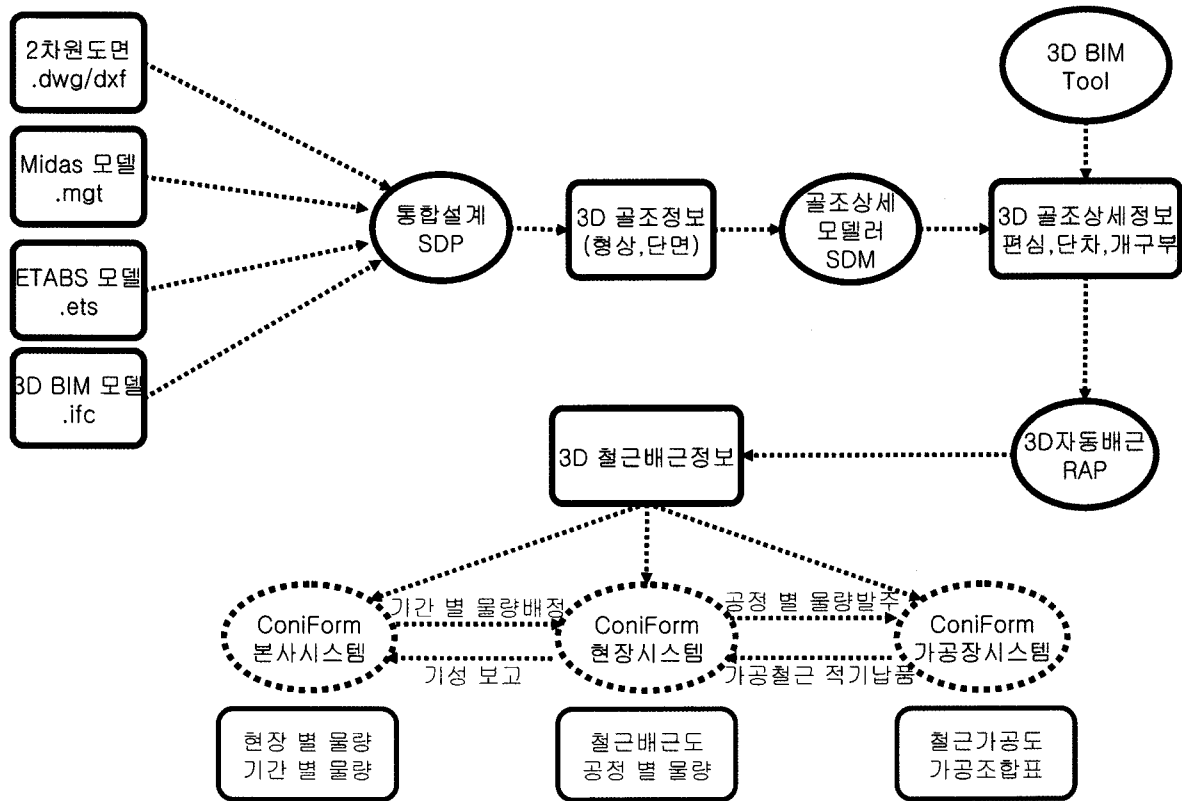
#### Mission

- 3차원 BIM 기반 설계 및 시공 환경으로의 패러다임 전환에 대비
- SDP 제품군과 상용 3D BIM Tool 및 건설회사 별 PMIS 연동 환경 구축
- 건축계획/구조설계/골조상세설계/배근상세 등을 연동한 골조공사비 최적화 실현

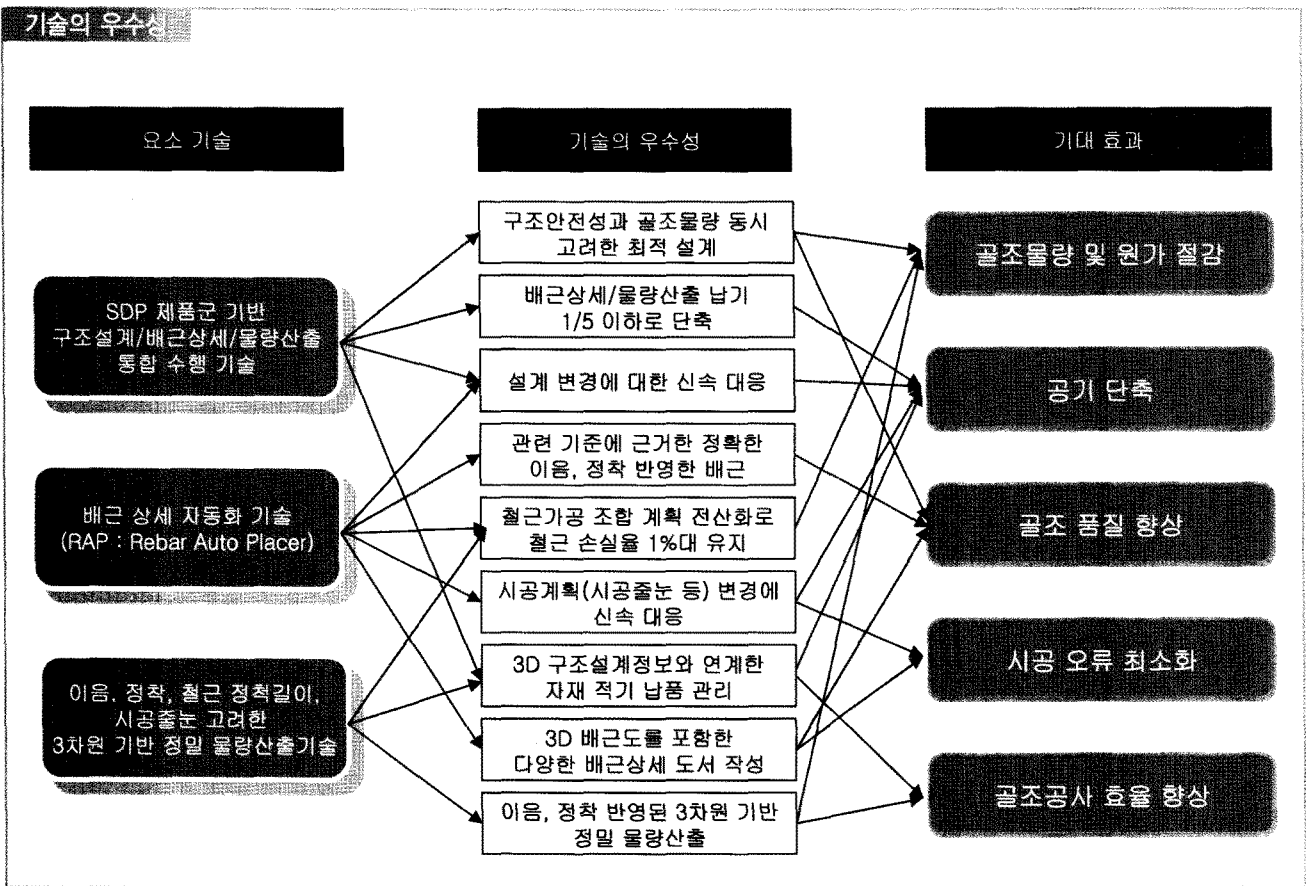
#### Planning

- 건설기술혁신과제로 개발된 건축구조설계 통합시스템 SDP 제품군 활용
- 3D BIM 환경에서 SDP 제품군 연동 실현
- 3차원 모델 기반으로 골조 V/E (설계변경-응력검토-물량산출 프로세스 연동)
- 구조설계, 상세, 물량 정보를 시공사 PMIS 및 제작사 CNC 시스템과 연동

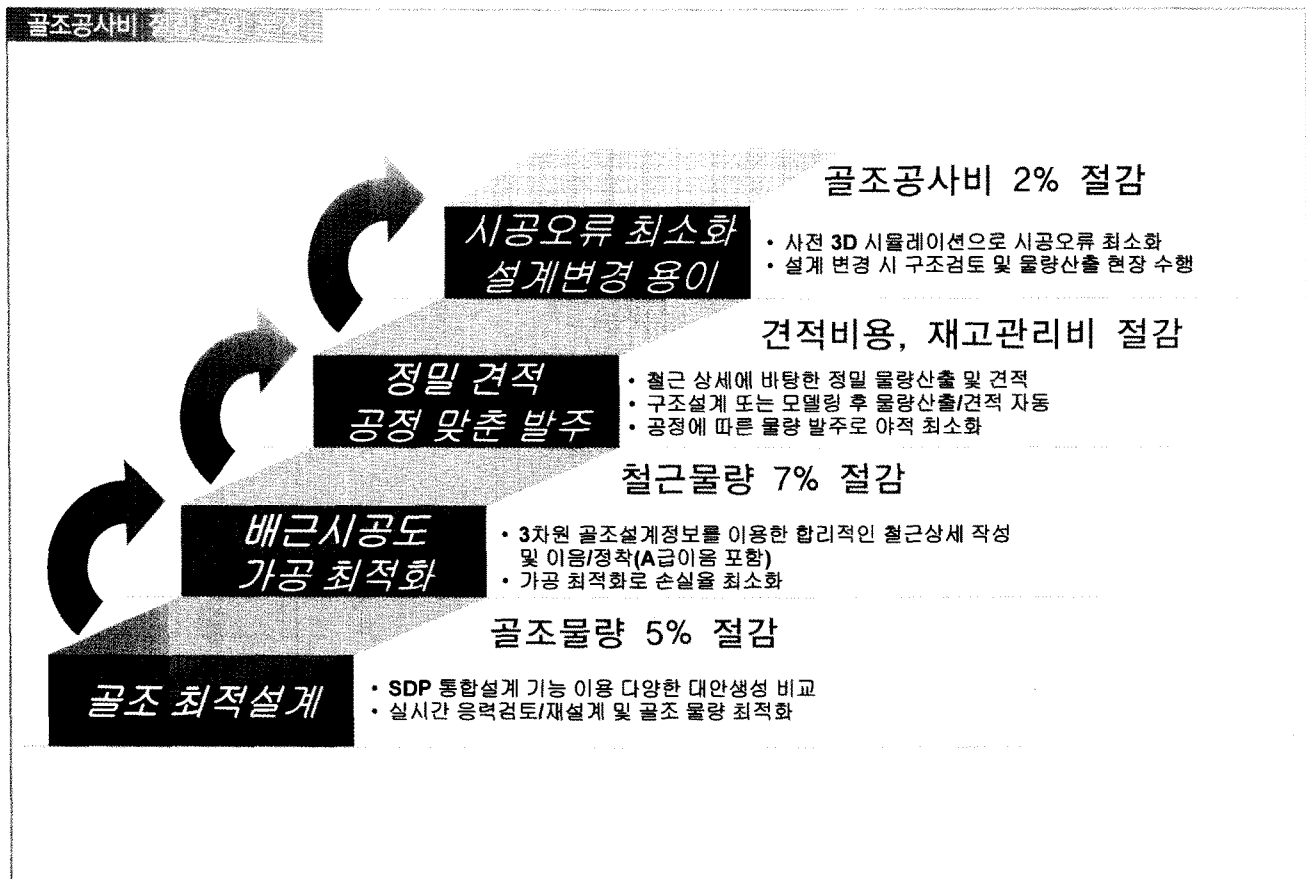
## ConiForm 기반 골조공사관리 프로세스



기술의 우수성



골조공사비 절감 효과



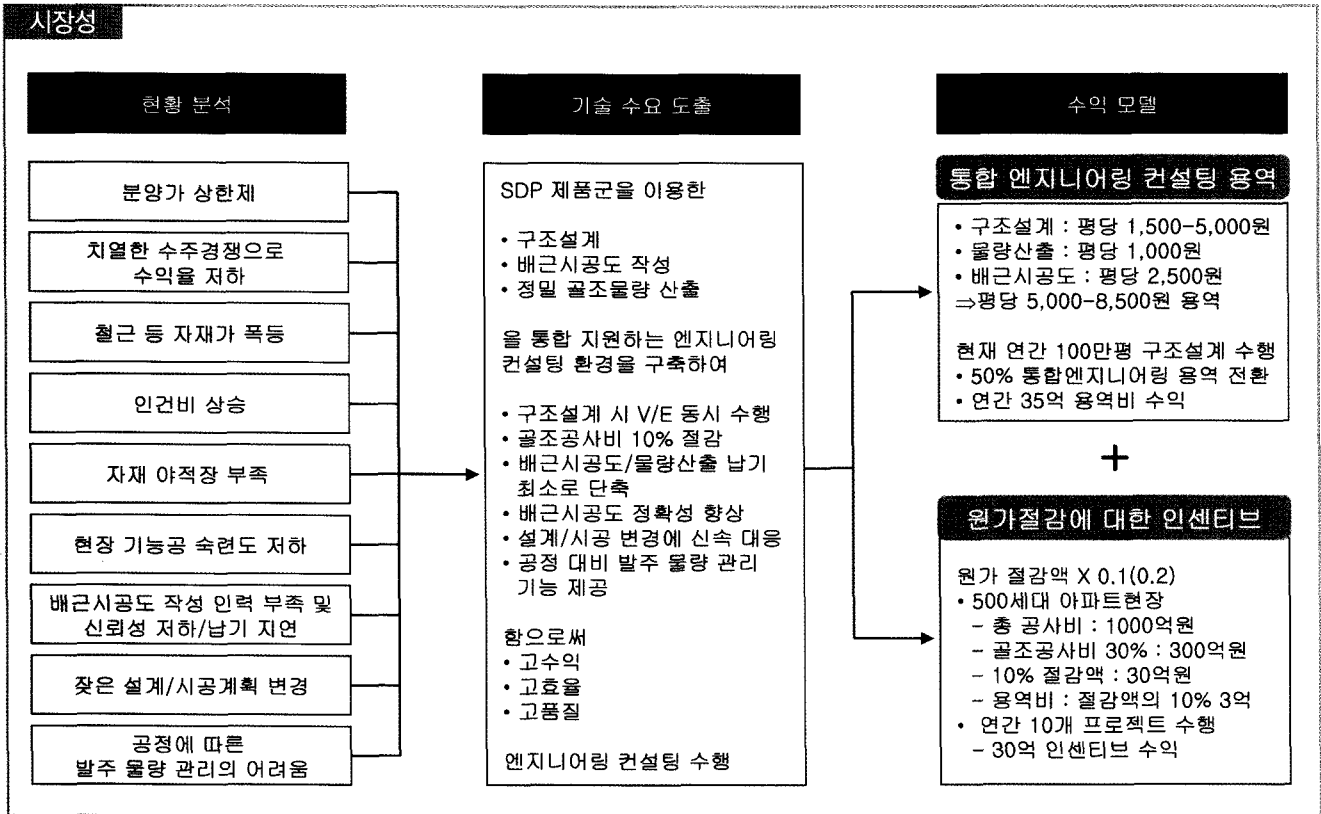
## 기술의 차별성

기존 기술	비교 요소	사업화 대상 기술
<ul style="list-style-type: none"> <li>현재 설계/시공을 망라한 건설업계에서의 관심 증가에도 불구하고 국내에서 3차원 BIM 기반 설계환경 구축되어 있지 않음</li> </ul>	3차원 BIM 기반	<ul style="list-style-type: none"> <li>우리나라 최초의 3차원 BIM 지향적 구조설계 프로그램인 SDP 제품군과 상용 BIM 프로그램들을 연동한 국내 최초 시스템</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>유사 기능의 해외 시스템(Revit, ArchiCAD, SCIA) 등의 경우 국내 구조설계기준, 재료, 골조공사 관행 등 지원하지 못하여 현장적용에 한계</li> </ul>	국내 구조설계 기준 및 골조공사 관행 지원	<ul style="list-style-type: none"> <li>SDP 제품군의 경우 KBC 2005 및 2009 등 국내 모든 구조설계기준을 지원하고, 각종 상세 등 국내 골조 재료 및 현장 관행을 지원하도록 개발되어 현장 적용이 가능한 유일한 시스템</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>건축설계사무소, 구조설계사무소 건설회사 및 현장 사이 물리적 2차원 도면으로 정보유통하고, 각각 독립된 단위 프로그램 사용</li> </ul>	협업체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>IFC 등의 3차원 모델을 중심으로 정보 공유하며 유통함으로써, 단일 설계정보 중심으로 협업체계 구축. 작업자간 디지털 정보 유통으로 정보재생산 비용 최소화</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>설계 변경 요인 발생 시 각 작업자 후속 작업 독립 수행.</li> <li>정보 불일치 및 시공 오류로 재시공을 높아짐</li> </ul>	설계변경 대응	<ul style="list-style-type: none"> <li>단일 설계정보 공유와 설계 변경 시 공조 (synchronization) 기능 지원으로 설계 변경 영향 실시간 반영. 정보 불일치 및 그에 따른 재시공을 최소화로 공사비 절감</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>구조설계 후 물량 확인 어려워 구조안전성 중심으로 설계 수행</li> </ul>	구조설계 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>구조설계 후 골조물량 검토로 구조안전성과 경제성 동시 고려</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>단지 규모 기준 각 업무 당 2개월 안팎 소요</li> </ul>	배근상세/물량산출 납기	<ul style="list-style-type: none"> <li>SDP에 의한 구조설계 완성과 함께 완성</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>각 업무를 각각 다른 엔지니어가 수행하며 업무 간 물리적 도면으로 정보 전달 후 재입력</li> </ul>	업무 프로세스	<ul style="list-style-type: none"> <li>구조설계/배근상세/물량산출 통합 수행하며, 업무 간 정보 흐름 자동화</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>구조설계와 V/E 별도의 영역으로 수행</li> </ul>	V/E	<ul style="list-style-type: none"> <li>구조설계 과정에서 V/E 동시 수행</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>구조도면을 이용하여 엔지니어가 배근상세 설계하여 수작업으로 도면 작성</li> </ul>	배근상세	<ul style="list-style-type: none"> <li>SDP 사용으로 구축되는 구조설계정보 DB로부터 RAP 이용하여 배근상세 자동 생성</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>배근상세 전면 재작성</li> </ul>	설계/시공계획 변경	<ul style="list-style-type: none"> <li>RAP 이용하여 배근상세 재작성</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>이음/정착을 할증율로 반영</li> </ul>	물량의 정밀성	<ul style="list-style-type: none"> <li>이음/정착 및 철근정착길이 반영한 정밀물량 산출</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>전체 물량 산출 결과가 내역서 형태로 제출되며, 시공 단계 별 물량 산출 위해 추가 업무</li> </ul>	물량 정보 시공단계 활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>3차원 설계정보와 연계된 물량 정보로서 시공 단계 별 물량 산출 자동 수행됨</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>주택공사 통계 기준 철근 손실을 8~9%(절단손실, 과다이음, 단척미사용 등)</li> </ul>	철근 손실율	<ul style="list-style-type: none"> <li>최적 철근가공조합 및 시공 오류 배제로 철근 손실율 1~2% 수준</li> </ul>

### 3.1. 기대효과

- 철근현장가공에서 공장가공 전환 가속화
  - 일본은 건축 95%, 토목 100% 철근 공장가공

- 우리나라 건축 분야 공장가공율 10~20% 대
- 공장가공의 선행요건은 정확한 배근시공도와 현장관리 능력
- 국가적 물량 절감 기대



- 골조의 안전성 및 품질 유지하며 국가 차원의 방대한 물량 절감

- 철근 예 : 100만원/톤 × 1,000만톤/연 × 7%  
= 7,000억/연

- 3차원 BIM 구조설계 및 골조공사 환경 구축 및 기술 자립
  - 구조설계 및 골조공사 업무 중심의 BIM 기반 환경 전환 선도
  - 자체 기술 보유로 해외 S/W 수입 대체 및 기술 종속 방지
- 건설시공 분야 기술경쟁력 향상
  - 정확한 이음/정착/상세가 반영된 시공으로 골조 품질 향상
  - 배근시공도 작성 및 관리 업무 전산화로 공사 효율 향상
  - 골조 물량 절감으로 수익율 향상
  - 건설정보화 선도로 국제 기술경쟁력 향상

3.2. RAP(Rebar Auto Placer)의 핵심 기술

- SDP 및 BIM 도구가 제공하는 3차원 골조설계정보(단면 정보 포함)으로부터 3차원 철근배근정보 자동 생성
- 부위별 철근배근
  - 보열, 기둥열, 슬래브근, 내력벽체근, 지하외벽근, 독립

- 기초, 줄기초, 계단실, 기타배근, 사용자배근
- KBC2005에 따른 정착/이음/내진배근상세 반영
- 골조상세에 따른 배근 반영
  - 편심, 단차, 오프닝, 시공줄눈
- 정착/이음의 위치와 길이 편집
- 인접 부재간 철근 관통 알고리즘

3.3. RAP(Rebar Auto Placer)의 차별성

- 자동배근 알고리즘에 의한 배근시공도/가공도 작성 효율
- 설계변경, 시공계획(시공줄눈 등)에 대한 신속한 대응
- 3차원 골조모델의 부재 단위와 연계된 철근 정보 관리
- 골조 공정과 연계한 물량/제작/재고관리 가능성 제공
- CNC 개념을 도입한 효율적 철근정보 관리
  - 철근 정보를 CNC 머신 동작으로 관리
  - Line, Bend, Anchor, Splice, Move, Dir 등의 명령어
- 구조해석/설계 정보와 연계한 철근 배근 및 편집
  - 철근 각 부위의 특성 관리(인장부, 압축부, 정착부, 이음부, 연결부 등)
- 이음되는 전후 철근 정보 유지