

대우건설 기술연구소



조 철 근*

1. 연구소의 설립

1.1 설립목적

당 연구소는 종합건설업체의 기술연구소로서, 고도화하는 사회 수요에 대응하고 풍요로운 생활 환경을 창출함으로써 사회발전에 기여하기 위한 당사의 기업 목표달성을 위하여, 건설 전반에 관한 기술의 연구개발을 통한 기술의 선진화를 추구함을 목적으로 한다.

1.2 운영목표

- ◇ 건설 전반에 관한 신기술과 응용기술을 연구하고, 이를 실험에 의하여 실용화함으로써, 선도적인 기술기반을 확립한다.
- ◇ 축적된 기술자료와 연구성과를 바탕으로 설계·시공에 관한 기술을 보급·지원함으로써 품질과 생산성 향상에 기여한다.
- ◇ 국내외 건설기술 관련 단체와의 기술협력과 교류를 적극 추진하고 기술정보를 수집, 소화함으로써 연구의 기반을 조성한다.

1.3 연구소 연혁

• 1983. 11	건설기술연구소 신설
• 1984. 1	과학기술처에 기업부설연구소 등록
• 1989. 4	본격 실용화 연구 착수 (정당 연구소장 부임)
• 1991. 4	신축연구소 착공
• 1991. 11	건설기술 FAIR '91개회 (업계최초)
• 1993. 10	Wire-Mesh Half Slab공법 건설부 신기술지정
• 1993. 12	신축연구소 1단계 준공 (연구관리동, 중앙실험동)
• 1994. 4	상항유식 열기성 폐수처리장지 KT마크 획득
• 1994. 6	C-S보강토옹벽 공법 건설부 신기술지정
• 1994. 9	공인시험검사기관 지정-공업진흥청
• 1994. 11	제2회 건설기술 FAIR '94 개회
• 1994. 11	제2회 건설경영대상 기술개발부문상 수상-2회연수 수상
• 1995. 9	안전진단전문기관 지정
• 1995. 12	유지관리기관, 품질시험대행기관 지정
• 1996. 2	철근 프리캐스트공법 건설부 신기술 지정
• 1996	기술협력약체결 (한국전자제시험연구원, 한국에너지기술연구소, 한국도로공사 도로연구소, 축산기술연구소)
• 1996. 6	신축연구소 3단계 착공 (음향실험동, 지반공학실험동)
• 1996. 11	'96에너지절약 촉진대회 동탄산업훈장 수상
• 1996. 11	신축연구소 2단계 준공 (대형구조실험동, 풍동실험동, 실비실험동)
• 1997. 11	제4회 건설경영대상 기술개발부문상 수상-4회연속 수상
• 1997. 12	제1회 기술연구소대상 연구환경부문 수상-과학기술·산기협
• 1997. 12	연구소 종합 준공

* 대우건설기술연구소 연구기획팀장, 부장

2. 연구소 개요

2.1 연구소 조직·인력

'98년 현재 연구소의 조직은 전담연구소장(부사장 박철림)과 4개 연구팀, 3개 지원팀 등 총 7팀으로 구성되어 있으며, 학계와 업계의 우수한 전문가들로 구성된 상임자문위원회를 구성, 활동중에 있다. 총 116명의 인원중 박사 16명, 석사 51명을 포함한 순수연구인력이 75명, 연구관리/지원인력이 26명으로써 약 7:3의 비율을 유지하고 있다.

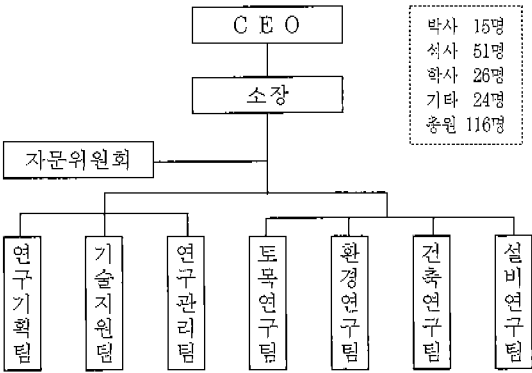


그림 1 연구소의 기구조직

2.2 연구개발 투자

(주)대우건설은 지속적으로 연구개발 예산을 증대하여 왔으며, '95년도에는 약 593억원을 투자하여 매출액의 2.3%를 연구개발에 투자하였고, '96년도에는 약 698억원을 투자하여 매출액의 2.2%를 연구개발에 투자하였고, '97년도에는 약 907억을 투자하여 매출액의 2.3%를 연구개발에 투자하였는데, 이는 건설업계 최고 수준이며, 건설기술 연구개발 의지와 노력을 단적으로 보여주는 것이라 할 수 있다.

2.3 연구시설

특히, 연구시설면에서는 지난 93년 1단계로 국내 최초의 초에너지 절약형 건물인 연구관리동과 중앙실험동이 준공되었고 '96년에는 2단계로 대형구조실험동, 풍동실험동, 설비실험동이 준공되었다. 또한 97년말 지반공학실험동과 음향실험동

이 준공되어 국내 최초의 연구와 실험이 일관된 종합건설기술연구소로 명실상부한 우리나라 건설기술의 메카로서 우뚝서게 되었다. [5. 실험동 소개 및 특징 참조]

2.4 연구소 시설 특징 및 건립 의의

현재 완공되어 사용중인 연구관리동은 국내 최초의 초에너지절약형 건물로서 지난 3년간의 운영을 통하여 일반건물의 1/3 수준의 에너지만을 소비하면서도 쾌적한 실내환경을 유지할 수 있음이 입증된, 건물부문 에너지 절감 성공사례로 국내·외 크게 알려지게 되었고, 정부의 '96 에너지 절약 촉진대회에서 그 기술과 공적을 인정받아 산업훈장을 수상한 바 있다.

한편, 연구소의 건립의의는 첫째, 국내 최초의 연구와 실험이 일관된 종합건설기술연구소이다. 둘째, 자체 기술력으로 기획, 설계, 시공, 감리, 유지관리 일체를 수행하여 건립비를 절약하였으며 Know-how를 축적하였다. 셋째, 일본의 10대 유수건설사의 연구소와 동일한 수준의 연구소를 건립하였다는 점이다.

3. 주요 연구실적

3.1 연구개발

이러한 연구개발에 대한 투자를 바탕으로 당사에서는 그동안 토목, 건축, 주택, 환경, 플랜트 건설의 각분야를 망라하는 기술개발 활동을 하여 많은 실적을 이루었다. 개발한 주요 실적들을 살펴보면 장대교량 설계/시공관련 기술, HALF SLAB등 건축물 복합화 공법, DWS공법, 고강도/고성능 콘크리트 기술, 터널관련 각종 공법, CANDU원전 관련 공법, IBS, 오·폐수 처리시스템 등 최신, 최고수준의 기술들을 개발 완료하였으며, 현재는 초고층건물, 내진기술 등 진일보한 연구에도 전력을 기울이고 있다.

3.2 연구결과의 현장 적용

연구소에서 개발된 기술들을 실제 현장에서 적용, 개선함으로써 보다 우수한 기술을 확보할 수

있다. 당 연구소에서 현장 적용된 공법들로서는 C-S 보강토옹벽공법, Wire Mesh Half Slab공법, 고성능 콘크리트, 하수 영양소제거공정 (DNR) 등이 있다. 아울러 꾸준히 현장 기술지원을 실시해 오고 있는데, '96년에는 951건, '97년말 현재 1,203건을 수행하였다.

3.3 신기술 지정

이와 같은 연구개발 노력은 정부에서 시행하는 신기술 인정제도를 통하여 확고히 하고 있다. 'Wire Mesh Half Slab 공법'('93. 10. 7/제5호), 'C-S 보강토 옹벽 공법'('94. 5. 30/제8호), '기계식 철근이음 공법'('96. 2. 23/제30호)은 건교부로부터 신기술로 지정받았으며, '상향류식 혐기성 폐수처리 장치'(KT94-21호), '하수의 영양소 제거 공법 및 장치'(제0177호)는 과기처로부터 KT Mark를 획득하여 '기술 대우'를 널리 알리고 있다.

3.4 산업재산권 및 논문발표

이와 같은 활발한 연구활동에 따른 산업재산권 출원 및 S/W 등록실적을 살펴보면, '와이어 메쉬 하프슬라브 공법', '보강토옹벽 공법', '조명등용 배선 결선구' 등을 비롯한 산재권 출원 118건에 등록 111건을 수행하였다. 또한 국내외 논문 발표 실적을 보면, 대한 토목학회, 대한건축학회, 한국콘크리트학회, 한국환경공학회, 한국전산구조공학회 등에 266편, 해외에서는 미국콘크리트학회, 일본건축학회, 국제수질오염협회 등에 49건을 발표하였다.

4. 전산구조 관련 업무

당 연구소는 일반 구조물뿐만 아니라 초고층건물, 웰 및 특수구조물, 원전구조물, 교량구조물 등에 필요한 요소기술들을 개발하고 있다. 이를 위해 전산기기를 이용한 해석 및 설계에 대한 연구를 수행하고 있으며 초고층 건물의 경우 비탄성해석, 기동축소량 예측, 진동제어 등은 당 연구소에서 자체 프로그램을 개발하여 사용하고 있다.

여기에서는 당 연구소의 전산구조와 관련한 각종 구조물의 구조 해석에 관해서 소개하고자 한다.

4.1 초고층건물

초고층 건물은 부재수가 많기 때문에 유한요소법(Finite Element Method)보다는 강성설계법(Stiffness Method)에 의해 해석된다. 국내에서는 ETABS(미국 CSI사), MIDAS(포항제철), STADD-III 및 GT-STRU DL가 일반적으로 사용되고 있으며 당 연구소에서는 ETABS를 주로 사용하고 있다. ETABS는 다이어그램개념을 이용하여 각층의 자유도를 3개로 하여 해석하므로 부재수가 많은 초고층건물의 해석에 유용하다. 그림 2는 당 연구소가 설계한 100층 초고층건물 해석모델이다.

초고층건물의 설계에 있어서는 건물의 극한내력을 파악하는 것도 중요하므로 비탄성해석이 요구된다. 비탄성해석을 위한 프로그램으로는 학술적으로 DRAIN Package, ANSR, IDARC 등 여러 가지가 개발되어 있지만 상용화되어 있지 못하여 당 연구소에서는 1996년에 DW-SIA (Dae-Woo Simplified Inelastic Analysis Program)를 개발하여 사용하고 있다. 이 프로그램은 비탄성응답스펙트럼을 이용하여 초고층건물의 극한내력을 검토할 수 있으며 취약한 부재를 쉽게 파악할 수 있다.

초고층 건물의 경우에는 수직방향의 누적하중이 크기 때문에 기둥과 같은 수직부재는 축소하

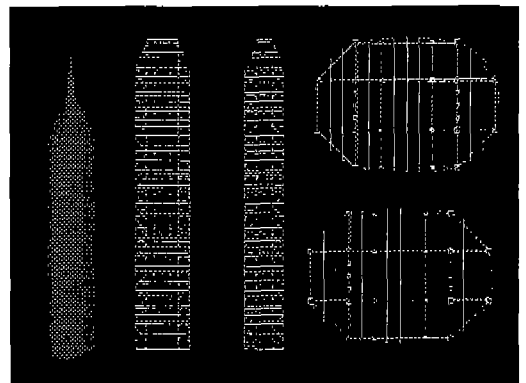


그림 2 100층 초고층건물의 해석모델

게 된다. 이러한 축소량을 평가하기 위해서는 특별한 프로그램이 필요하다. 이 또한 상용화되어 있는 프로그램이 없기 때문에 당 연구소에서는 1997년에 DW-CSA (DaeWoo Column Shortening Analysis Program)를 개발하여 말레이시아의 Plaza Rakyat Tower (381m, 세계 최고층 철근콘크리트 건물)해석에 적용하였다. 특히 DW-CSA는 시어스 타워를 비롯하여 세계에서 가장 많은 초고층 건물을 설계한 미국의 SOM으로부터 인정받은 프로그램이다. 이 프로그램은 현재 설계가 진행중인 부산 수영만 랜드마크타워(102층)의 층전형강관기둥 축소량 해석을 수행하고 있다. 그림 3은 DW-CSA의 실행화면이다.

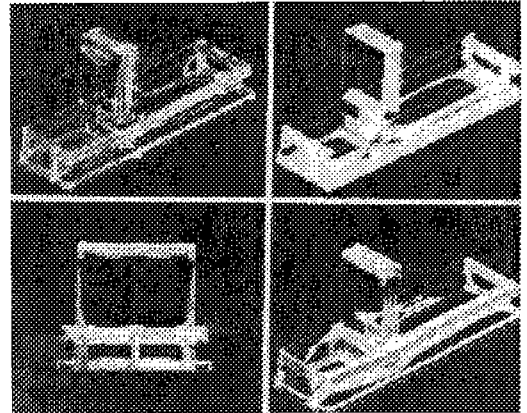
4.2 셸 및 특수 구조물

pre-stress 및 post-stress에 의해 구조물의 설계내력이 확보되는 구조물은 시공과정에 대한 해석도 수행하여야 한다. 그림 4는 당 연구소 대형 구조실험동의 반력벽 및 반력상의 응력해석으로 시공과정을 해석하여 구조물 완공시 설계된 내력을 확보하도록 하였다. 해석은 ANSYS를 사용하였으며 유사한 용도로 SAP, SAFE 등도 사용하고 있다. 그림 4의 반력구조물은 SAP을 이용한 온도응력 해석 및 수화열 해석도 수행하였다.

당 연구소에서는 셸(shell) 및 막(membrane) 구조물 해석에 ANSYS를 사용하고 있다. 그림 5는 막구조물의 해석 모형과 풍하중에 대한 해석 결과이다.

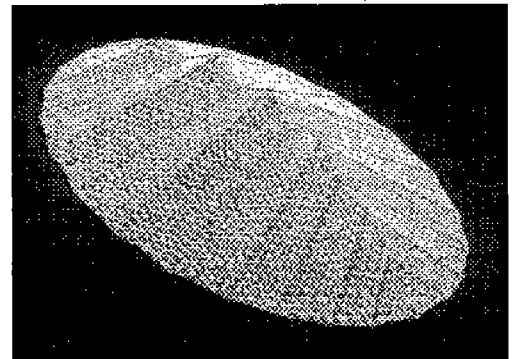
4.3 원자력발전소 격납구조물

원자력발전소의 원자로 격납구조물은 가동중 내부사고와 외부사고로부터 원자로 및 관련기기를 보호함과 함께 외부로의 방사능 유출을 방지

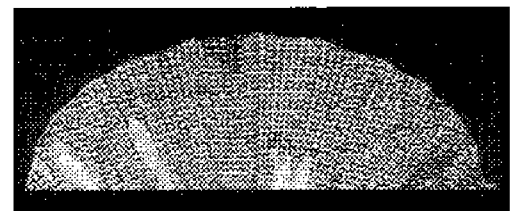


(a) 주응력 (b) 가력방향 응력

그림 4 Post-Tension 응력



(a) 해석모형



(b) 풍하중 해석결과

그림 3 DW-CSA 실행화면

그림 5 셸구조 해석

하기 위해 엄격히 설계됨과 함께, 이러한 사고하중으로부터 안전성 유지를 위하여 철저한 극한내력 평가를 거치도록 규정되어 있다. 일반적으로 원전 구조물의 극한내력 평가에는 유한요소법에 기초한 비선형해석 전산프로그램을 이용하고 있다. 당 연구소에서는 월성원자력 발전소에 설계된 CANDU형 원자로 격납구조물에 대하여 전산 프로그램 ADINA를 이용한 재료-비선형 유한요소해석을 통해 LOCA(냉각재 유출사고)로 인한 격납구조물의 극한내압능력 평가를 수행하였으며, 동적-비선형 유한요소해석을 통해 항공기 추락사고로 인한 격납구조물의 충격해석을 수행한 바 있다. 또한 지진하중에 대한 격납구조물의 응답거동과 안전성 평가를 위해 ADINA와 SAP을 이용하여 응답스펙트럼해석 및 시간이력해석을 수행하고 있으며, 유연체적 부분구조법을 적용한 프로그램 SASSI를 이용하여 지반-구조물 상호작용해석을 수행하고 있다.

4.4 교량구조물

복합구조를 이용한 교량구조개발을 위해 강제주형과 프리캐스트 바닥판을 갖는 합성형교 개발을 건설교통부 국책과제로 진행중에 있다. 기존의 현장타설바닥판은 많은 인력이 소요되므로 이

를 공작제작하는 프리캐스트 바닥판으로 교체함으로써 인력절감, 공기단축 및 기계화 시공을 달성할 수 있는 대체공법으로 주목받고 있다. 본 공법의 실용화를 위한 도구로서 실험적 연구를 통한 거동의 검증과 함께 전산해석시스템을 통한 시공단계별 거동예측이 가능하도록 연구개발중에 있다. 기존 현장타설바닥판과 달리 프리캐스트 바닥판 시스템에서는 교축방향으로 프리스트레스를 도입한다 것과 전단연결재의 양과 배치가 다르다는 점을 고려하고, 프리캐스트 콘크리트 바닥판의 실제 시공단계를 모사할 수 있도록 하는 해석알고리즘을 구성하는 것이 연구의 핵심고려사항이다. 전체교량의 해석은 기본적으로 보요소를 사용하고자 하나, 세부적인 하중전달과 응력분포를 규명하기 위해서는 판요소가 고려되고 있다. 특히 프리캐스트 바닥판의 재료모델은 재료의 비선형거동을 합리적으로 반영해야 하며 계산의 편리성을 고려해서 결정하고자 한다. 전단연결재의 재료모델은 push-out실험결과를 이용하여 도출하는 것이 보다 실제의 합성거동을 모사하는데 적합할 것으로 판단하고 있다.

5. 각각 실험동 소개 및 특징

□ 독립건물

- 위치: 경기도 수원시 장안구 송죽동 산 25번지의 6필지

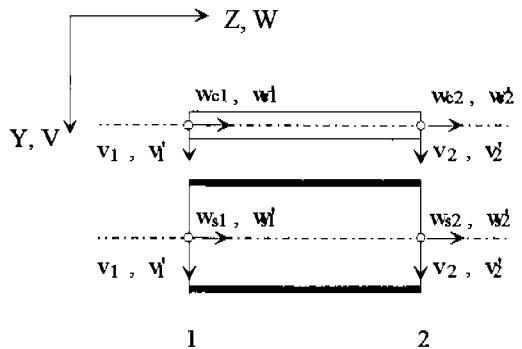


그림 7 프리캐스트바닥판을 갖는 합성보의 유한요소 모델

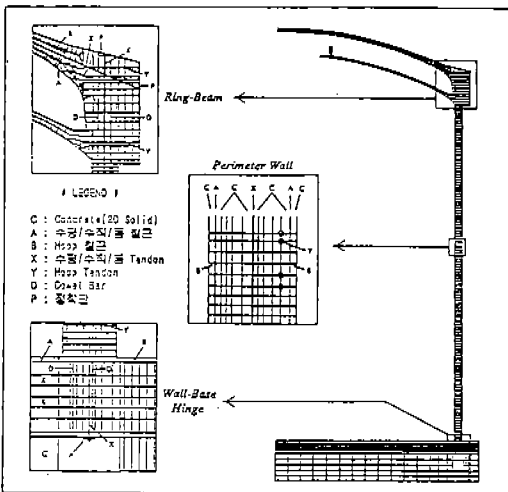


그림 6 CANDU-6격납구조물의 유한요소모델 형상

- 규모 : 부지 면적 → 30,517m²(약 9,250평)
 건물 연면적 → 16,748m²(약 5,080평)

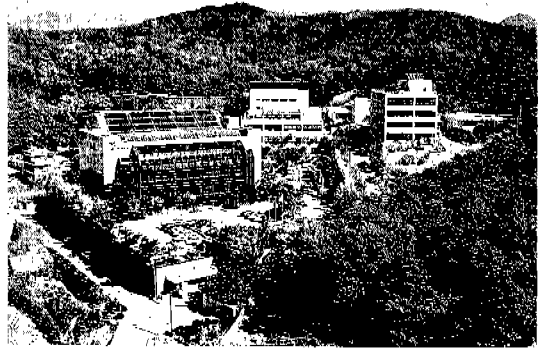
□ 전문실험동

- 건립의의 : 국내 최초의 연구와 실험이 일관된 종합건설기술연구소
- 단계별 건립 현황 및 특징

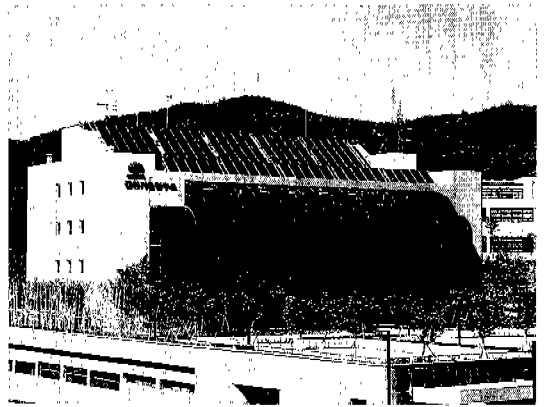
단계	건물명	규모	특징	비고
1 단계	연구관리동	지하 1층 지상 4층 연면적 6625m ²	- 국내 최초의 초 에너지 절약형 건물(일반건물의 1/3수준), - 71가지 에너지절약 기술 사용 - 중급수준의 인텔리전트 빌딩	'98. 12월 준공
	중앙실험동	지하 1층 지상 3층 연면적 6625m ²	- 건설분야 기반실험실(콘크리트, 아스팔트, 내화실험실, 도면분석실, 환경실험실 등) - 절단 실험장비·기재재 보유(소형 Batch Plant, 망분시킴기 등)	
2 단계	대형 구조실험동	지하 1층 지상 4층 연면적 2802m ²	- 반력벽, 반력상을 갖춘 국내 최대 규모의 실험동 ※ 반력벽 : 12(H) × 14(W) × 2.5(T)m 반력상 : 39(L) × 17.5(W) × 1.5(T)m	'98. 11월 준공
	풍동실험동	지하 1층 연면적 647m ²	- 구조물에 작용하는 풍속, 풍압이나 진동, 바람에 의한 건물주변 환경의 평가를 위한 국내 최초의 건설 전용 실험시설	
	설비실험동	지하 1층 지상 5층 연면적 1788m ²	- 쾌적한 환경조성과 진단설비기술 개발을 위한 실험동 - 실내 인공환경 시험, 연신능 시험 등 각종 설비시험	
3 단계	음향실험동	지하 3층 연면적 999m ²	- 음향 성능(잔향, 차음, 진동 등)의 연구 - 1개 무향실, 3개 잔향실	'97. 12월 준공
	지반공학 실험동	지하 1층 지상 2층 연면적 1037m ²	- 이론적 규명이 어렵고 불확실성이 높은 지반 구조물의 거동 재현을 위한 실험시설 ※ Geotechnical Centrifuge 계원 [회전반경 : 3.5m, 최대감속200G, 보일충량 : 1ton, 계속질 : 200pts]	

6. 맺음말

당 연구소는 회사의 비전인 E&C 21을 달성할 수 있도록 의식 개혁(Re-Valuing), 구조 개혁(Re-Structuring), 프로세스 개혁(Re-Engineering)을 바탕으로 연구개발의 고도화, 연구관리의 선



연구소 전경



연구관리동

진화, 연구지원의 강화를 추진, 궁극적으로 고객만족(Customer-Satisfaction), 직원만족(Employee Satisfaction), 가족만족(Family Satisfaction)을 이룰 수 있는 초일류연구소(smart institute)를 그 비전으로 하고 있다.

이러한 비전을 달성하기 위한 단계별 목표는 제1기인 '97년까지 종합건설기술연구소 체제를 구축하고, 제2기(1998-2000)는 선진형 건설기술연구소 기반 구축을, 그리고 제3기(2001-2003)까지는 세계 초일류 종합건설기술연구소 달성을 목표로 하고 있다. 