

# 거주중 공동주택의 지하주차장확대를 위한 흠막이공법 선정

## Selection of Retaining Wall System for Underground Parking Lots Expansion of Apartments

노영창\* 이찬식\*\*  
Ro, Young-Chang Lee, Chan-Sik

### 요 약

경제수준의 향상에 따른 자동차보급율의 급격한 증가는 공동주택단지의 주차공간 부족현상을 심화시키고 있다. 준공 당시에는 주차장 설치기준을 만족하였겠지만, 현재의 법규나 주민의 요구를 만족시키지 못하는 실정이다. 노후 공동주택은 건물구조체의 내구성에 문제가 없음에도 불구하고, 설비의 노후화와 주차공간의 부족으로 기존의 건물을 철거하고 재건축하는 방법을 채택하는 경우도 있다. 이로 인한 국가적 차원의 자원낭비와 자원의 재활용 및 재사용 측면에서 문제가 많다. 또한 주차난으로 인한 화재 사망사고도 발생한 사례가 있다. 공동주택의 주차난은 단순한 불편함이 아닌 안전에 관계된 심각한 문제이다. 단지 전체의 리모델링이 아닌 주차장 확장만을 위한 리모델링이 필요하다.

본 연구는 주민들이 이주를 하지 않고 거주하는 중에 지하주차장 확대를 위한 흠막이 공법선정 방안을 제안하는 것을 목적으로 수행되었다. 흠막이공법 선정시 영향요인을 분석하고, AHP기법을 적용하여 가중치를 산정하였다. 전문가를 대상으로 흠막이공법의 적용성 평가를 실시하여 거주중에 적용 가능한 흠막이공법 선정방안을 제시하고 민감도분석을 실시하였다. 본 연구에서 제안한 공법선정 평가방법은 거주중 지하공사 흠막이공법 선정시 의사결정에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

키워드 : 공동주택, 주차장확대방식, 흠막이공법, 공법선정 영향요인

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

경제수준의 향상에 따른 자동차보급율의 급격한 증가는 공동주택단지의 주차공간 부족현상을 심화시키고 있다. 준공 당시에는 주차장 설치기준을 만족하였겠지만, 현재의 법규나 주민의 요구를 만족시키지 못하는 실정이다. 노후 공동주택단지는 대부분 지하주차장이 없고, 제한된 면적의 지상 공간에서 주차를 해결하는 방법에도 한계가 있다. 공동주택 리모델링에 대한 수요조사<sup>1)</sup>에 따르면 대부분의 거주자들은 주차장 부족문제를 우선적으로 해결해야 한다고 주장하고 있다.

노후화된 공동주택은 건물구조체의 내구성에 문제가 없음에도

불구하고, 설비의 노후화와 주차공간의 부족으로 기존의 건물을 철거하고 재건축하는 방법을 채택하는 경우도 있다. 이로 인한 국가적 차원의 자원낭비와 자원의 재활용 및 재사용 측면에서 문제가 많다.

최근 서울 강남지역의 아파트에서는 극심한 주차난으로 소방도로가 확보되지 않아 아파트화재로 인해 사망사고가 발생한 적도 있다. 공동주택의 주차난은 단순한 불편함이 아닌 안전과 관련된 심각한 문제로 비화될 가능성도 있는 것이다. 따라서 전면적 리모델링이 아닌 주차장 확장만을 위한 리모델링에 대한 연구가 필요한 시점이다.

본 연구는 거주중 공동주택의 지하주차장확대를 위한 공정 중 전체 공사의 성과에 가장 큰 영향을 주는 흠막이공법 선정의 영향요인을 분석하여 공법선정시 합리적인 의사결정에 도움을 줄 수 있는 공법선정방안을 제시하는 것을 목적으로 하였다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 공동주택의 주차장확대방식 중에서 공간활용과 쾌

\* 일반회원, 인천대학교 대학원 석사과정, roychang@incheon.ac.kr

\*\* 종신회원, 인천대학교 건축공학과 교수, 공학박사(교신저자), cslee@incheon.ac.kr

이 연구는 2005년도 건설교통부 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. (과제번호 C105A1050001-05A0505-00110)

1) '노후 공동주택의 구조 및 설비성능개선 기술개발 1차년도 연차실적보고서'의 주차장 실태조사 결과, 2006년

적성확보가 우수한 지하수평확대방식<sup>2)</sup>으로 연구범위를 한정하였다. 거주중 주차장 확대에 필요한 공법들 중에서 지하공사의 주요 공종인 흠막이공법에 초점을 맞추었다. 기존문헌과 전문가 면담을 통하여 흠막이공법 선정 영향요인을 정리하였다.

연구의 방법 및 절차는 다음과 같다.

- 1) 문헌 및 사례연구를 통하여 공법선정 영향요인 및 절차와 주차장 확대에 관한 선행연구를 분석하였다.
- 2) 거주중 적용 가능한 주차장확대방식과 흠막이공법 선정 영향요인을 도출하였다.
- 3) 거주중 흠막이공법 선정 영향요인의 중요도를 산출하였다.
- 4) 거주중 흠막이공법의 적용성평가를 시행하였다.
- 5) 거주중 적용 가능한 흠막이공법 선정방안을 제안하고 민감도분석을 실시하였다.

## 2. 문헌 및 사례고찰

### 2.1 기존 연구 고찰

본 연구를 위하여 기존의 공법선정방법에 관한 연구문헌을 검토하였다. 기존의 공법선정방법에 관한 연구는 공법선정시 고려해야 할 제한조건 또는 리스크요인을 분석하여 공법선정과정에 적용한 것들이 대부분이다. 공법선정관련 문헌 검토결과는 다음과 같다.

‘흠막이공사 공법 선정방안에 관한 연구’는 흠막이공사 제한조건인 요인별 분류 및 상관성분석, 적정화방법의 개발, 사례적용을 통한 적정 흠막이공법 선정방법을 제시하였다. 흠막이공사시 발생할 수 있는 제한요건들을 설계, 지반, 시공, 환경, 경제, 구조, 부지조건으로 분류하여 각각의 제한조건을 공법의 채택조건에 따라 고려하였다. 또한 흠막이공사를 대상으로 적정공법을 선정할 수 있는 평가모형을 구축하였다.(오승준, 1999) ‘사전검토단계에서 제한조건 분석에 의한 지하 합성벽 공법의 현장 적용성 평가에 관한 연구’는 건축 계획단계에서 흠막이 공사의 지하합성벽 구조 공법 적용시 영향을 미치는 제한조건의 체계적인 분석을 통하여 공법 적용성 분석 및 평가방법을 제안하였다.(오승준 외, 2003)

‘리스크 요인분석을 통한 건축공법선정에 관한 연구’는 공법 선정에 필요한 현장조건 및 건축주의 요구사항 등과 공법이 가지고 있는 리스크 요인을 분석하여 최적의 공법을 선정하기 위한 과정을 제안하였다. 공법선정 조건들을 정리하기 위한 공종분류 체계를 마련하여 분류체계를 바탕으로 공법선정시 고려되어야 할 외부조건(발주자요구, 건축물 요구성능), 시공단계에서 고려하여

야 할 현장조건으로 구분하여 정리하였다. 공법별 성능평가를 위한 공법 리스크의 판단을 실시하기 위하여 기존 학협회에서 사용하고 있는 공종별 체크리스트를 수집정리 후 체크리스트에 대한 중요도를 조사하여 범용의 공종별 체크리스트를 작성하였다. AHP를 이용하여 공법리스크 및 선행공법과의 접목성을 분석하여 최적의 공법선정을 유도하였다.(윤여완과 양극영, 2001)

‘지하공사 지식기반 적정공법 선정을 위한 프로세스에 관한 연구’는 지하공사를 대상으로 적정공법 선정을 위한 프로세스 및 개념적 모델을 제시하기 위하여 지하공사의 특성을 파악하고, 우선순위에 따른 제한 조건을 검토하고 토질의 특성, 안정성, 시공성, 경제성을 단계별로 검토하여 적정 공법을 선정하는 프로세스를 제안하였다.(정경진 외, 2004)

‘신경망과 사례기반추론을 이용한 흠막이공법 선정에 관한 연구’는 인공신경망과 CBR(Case-Based reasoning)을 개별적으로 적용한 선행연구를 바탕으로 흠막이공법 선정모형을 구축하고, 두 가지 기법에 의한 모델을 비교·분석함으로써 이러한 기법들의 공사관리 분야에서의 활용 가능성을 분석하였다.(김재엽 외, 2006)

‘기술적·경제적 영향요소를 고려한 연약지반 개량공법의 의사결정모델 개발’는 공법 의사결정시 사용되는 영향요소들의 중요도를 정량화시켜 가중치와 우선순위를 도출함으로써 연약지반 개량공법 선정 과정에서 기술적·경제적 항목에 대한 체계적인 기준을 제시하였다.(이홍철과 우성권, 2006)

공법선정에 관한 상기의 문헌을 분석검토한 결과 기존 연구들은 신속시 흠막이 또는 기초공사의 공법선정 방법에 대한 내용이 주류를 이루고 있고, 주민들이 거주하면서 공사하는 경우에 대한 연구는 전무한 실정이다.

### 2.2 주차장 확대 사례조사

국내에서 대부분의 아파트들은, 방배궁전아파트와 같이 동과 동사이의 지하주차장 신축과 같은 적극적 주차장 확대방식을 채

표 1. 공동주택 주차장 확대 사례

| 아파트      | 주차장 변경사항  | 확대유형           | 적용흠막이공법    |
|----------|---|----------------|------------|
| 방배궁전아파트  | · 동과 동사이 지하주차장 신설   | 지하수평확대         | H-Pile CIP |
| 신반포한신아파트 | · 동과 동사이 지하주차장 신설   | 지하수평확대         | H-Pile CIP |
| 이촌동 로얄맨션 | · 지하수영장을 주차장으로 개조<br>· 주차대수 33대에서 102대로 확대                                  | 지하수평확대         | -          |
| 한남동 힐사이드 | · 44대에서 76대로 확장<br>· 세대수 변경 없이 공지에 확장                                       | 지상주차확대         | -          |
| 점보아파트    | · 기존 지하시설 이용한 확장<br>· 1층 상가시설 필로티 확장<br>· 1층 데크 허부주차                        | 지하수평확대<br>데크확대 | -          |
| 풍납미성아파트  | · 지상의 여유 공간에 주차공간 확대 (154대에서 330대로)<br>· 문화재보호구역으로 터파기불가<br>· 여유 대지에 주차장 신설 | 데크확대           | -          |
| 이촌현대아파트  | · 데크방식을 이용한 주차장신설   | 데크확대           | -          |

2) 아파트의 동과 동사이에 지하주차장을 건설하는 방식

택하기보다는, 공지를 이용해 지상주차장을 확대하는 방식을 택하고 있다. 부족한 주차공간을 해결하기 위해 단지 내 공지를 이용하는 것은 녹지의 감소와 주민복지시설 등의 부족을 야기해 단지 내 주거환경이 악화 될 수 있다. 일본, 홍콩, 싱가포르의 경우 주차수요가 발생했을 때 주차장을 적극적으로 확대하기보다는 보유를 억제하는 정책을 실시하고, 외부공간의 여유공지에 평면주차장이나 별동(자주식)의 주차장을 설치하는 방식을 취하고 있다.<sup>3)</sup>

표 1은 리모델링 공동주택의 주차장 확대내용과 유형을 정리한 것이다.

(1) 구조체 신설

방배궁전아파트는 그림 1과 같이 동과 동사이에 지하주차장을 신설하고 지하주차장 상부를 지상주차장 및 조정시설로 활용하였다. 방배궁전아파트의 리모델링 허가당시에는 주동의 1개층 수직중축이 허용되지 않았기 때문에 데크확대방식은 검토되지 않았다.

지하주차장을 신설하기 위한 흠막이공법으로는 H-Pile공법을 주로 적용하였고 인접도로와 건물에 영향을 줄 수 있는 부분은 CIP공법이 적용되었다. 기존 구조체와 2m 간격을 두고 근접시공을 하였고 흠막이공사 전에 기존 구조체에 대한 구조안전성 검토를 하여 기초보강을 하지 않아도 된다고 판단되어 지하주차장 신설에 대한 기초보강은 이루어지지 않았다. 방배궁전아파트의 경우 기존 엘리베이터 구조체 아래를 파고 엘리베이터를 지하까지 연장하여 신설된 지하주차장과 직접 연결하였다. 지하주차장확대공사 시에 작업공간이 협소하여 공중간의 많은 간섭 등으로 인한 애로사항들이 있었다.

방배궁전아파트는 지하주차장을 신설하여 지하주차장 127대, 지상주차장 80대를 계획하여 세대당 1대의 주차면적을 확보하였다.

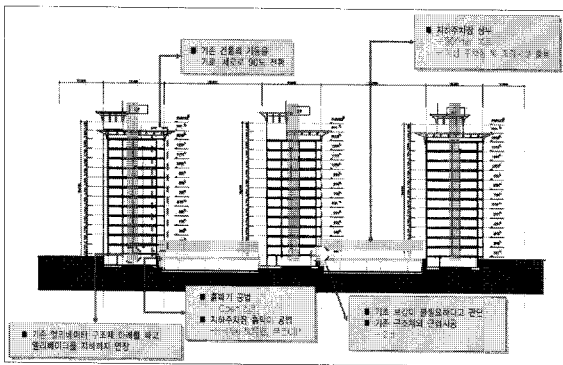


그림 1. 방배궁전아파트 지하주차장 단면도

신반포 한신아파트는 그림 2와 같이 동과 동사이에 지하주차

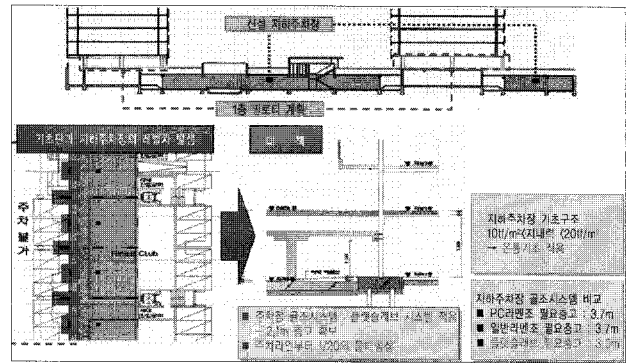


그림 2. 신반포 한신아파트 지하주차장 계획안

장 신설을 계획하였다. 지하주차장 층고와 복토 토심을 확보하기 위해 기존 건물의 기초판과 지하주차장의 레벨차가 발생하여 1/20의 물매를 사용하여 해결하였다. 구조체는 플랫슬래브로 천장고 2,100mm의 지하주차장을 확보하였다.

(2) 구조체 용도변경

이촌동 로얄맨션아파트는 1971년에 준공된 고령 아파트이다. 로얄맨션아파트의 기존 주차장은 33대에 불과하였다. 세대수그림 2. 신반포 한신아파트 지하주차장 계획안 82에 비해 절대적으로 부족한 실정이었다. 부족한 주차장 확보를 위해 리모델링 조합에서 지하수영장을 매입하여 지하주차장으로 용도변경하고 리모델링하여 102대의 주차공간을 확보하였다.

3. 거주중 공동주택의 주차장 확대방식

3.1 단지유형별 주차장 확대방식<sup>4)</sup>

본 연구는 주차장 리모델링 사례와 문헌고찰을 통하여 노후공동주택의 주차장 확대에 맞는 유형을 도출하였다. 주차장 확대 방식은 동과 동사이에 신축하는 '지하수평확대', 건물하부로 확대하는 '건물하부 수직확대', 지상층을 철거하고 인공지반을 만들어 확대하는 '데크확대', 단지내의 공지를 이용하는 '별동확대'와 '기계식확대', 단지내의 저층건물을 이용하는 '건물상부 확대' 방식이 있다. 적정 주차공간확대 방법을 도출하기 위하여 공동주택의 단지유형을 평면형태, 단지단면, 구조, 층수 등 네 가지 측면에서 분석하였다. 평면형태는 판상형과 탑상형, 층수는 저층형과 고층형 아파트로 구분하였고, 단지단면은 평지와 경사지, 그리고 구조방식은 벽식과 라멘조로 구분하였다. 이러

3) 안정근, 주거단지에서의 효율적 주차방식연구, 대한주택공사, 2000

4) 황경진(2007), 공동주택의 주차장 확대방식 선정 절차모델 개발, 대한건축학회 논문집, v.23 n.2, 2007, pp. 151-160

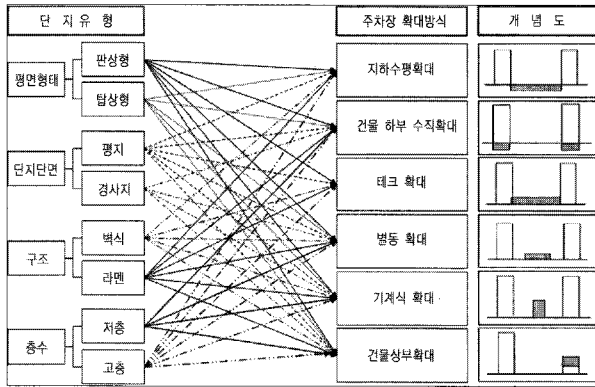


그림 3. 단자유형별 주차장 확대방식

한 단자유형에 따라 주차장을 확대할 수 있는 방식은 그림 3과 같다.

단자유형에 따른 주차특징은 표 2와 같고, 주차장확대방식의 특징은 표 3과 같다.

표 2. 단자유형과 주차특징

| 단자유형      | 주차특성             | 주차특성   |
|-----------|------------------|--|
| 평면<br>형식  | 판상형(계단실형, 복도형)   | 인동간격이 일정하여 구조체 및 공작물의 축조 용이<br>주차장 진입이 간결  |
|           | 집중형(탑상형)         | 인동간격이 불규칙하여 구조체 및 공작물의 축조에 어려움<br>주차진입에 방향성이 적어 혼란   |
| 층수        | 저층형              | 인동거리가 짧아 지하주차장 신설공간<br>주차수요가 적어 지하주차장보다는 지상주차면적확보 및 기계주차 또는 별동주차방식이 유리                           |
|           | 고층형              | 지하수평·수직, 데크, 별동, 기계식 등 단자유형에 맞는 다양한 주차 방식 고려가능   |
| 평지/<br>경사 | 평지               | 주차장확대에 제약조건 없음   |
|           | 건물전후경사<br>건물좌우경사 | 지하주차장과 지상주차·일부데크형 복합형태 가능<br>지하주차장과 데크형 복합<br>지상주차장 설치 곤란  |
| 구조        | 라멘               | 기존의 지하실을 이용하여 건물하부 확대 가능<br>주동과 주동 사이를 연결하여 확대시공가능하고, 주동진입 시 지하직접진입 가능<br>지상층을 필로티로 하여 주차공간 확대가능 |
|           | 벽식               | 건물하부로 지하주차장 확대 구조적 어려움   |

### 3.2 이주비용에 따른 주차장확대방식 분석

주차장확대 공사는 전체이주 후 공사와 거주중 공사로 나눌 수 있다. 전체이주 후 공사의 경우 일반 도심지 공사와 차이가 없다. 거주중 공사의 경우 전체이주로 인한 임대비용과 이사비용 등을 줄일 수 있지만 공사시 많은 제약이 따른다.

거주중 공사의 경우 전체이주와 부분이주가 있다. 부분이주 또는 부분이주의 경우는 저층부 이주방식, 동별 이주방식 그리고 구역별(Zoning) 이주방식으로 구분할 수 있다.

#### (1) 저층부 이주

주차장확대공사시 공사소음 등의 영향을 많이 받는 저층부만

표 3. 주차장확대방식의 특징

| 위치        | 확대방식    | 특징   |
|-----------|---------|--|
| 지하        | 지하수평 확대 | · 기존구조에 영향 최소화<br>· 중저층 아파트는 공지면적이 작아 제한적<br>· 지상주차장만 설치된 곳에 새로이 지하주차장을 설치하는 방안<br>· 지하매설물(난방, 가스, 전기 등)은 지하주차장 설치 제약<br>· 설치비가 비싸 주민 모두의 동의가 필요<br>· 안전성, 기초부분의 지내력 검토가 선행<br>· 주차장 건설기간 중 주차공간 이용이 곤란  |
|           | 지하수직 확대 | · 기존건물하부에 지하주차장 계획<br>· 기존 지하대피시설 사용가능<br>· 기초구조에 미치는 영향이 크므로 구조적 어려움<br>· 벽식구조는 적용 어렵다.   |
| 지하/<br>지상 | 기계식 확대  | · 공지에 기계식주차장을 계획하는 것으로 별동주차방식과 특징 동일<br>· 좁은 대지에 효율적임<br>· 입출고에 시간 걸리고 유지관리비용 발생   |
| 지상        | 데크 확대   | · 시공 간편<br>· 전면적 데크와 반지상데크 + 반지하데크로 하면 통공사비 절감<br>· 저층부의 조망 물리<br>· 지상데크의 조경공간계획 시 복토가 이루어져야 함<br>· 데크에 의한 면적이 견폐율에 산입되지 않아야 하고, 불법 용도변경 우려.<br>· 반지상부분이 외기에 면해 빛, 환기 등의 문제해결<br>· 건설비 절감 및 차량 진출입 편리<br>· 데크로 인해 1층세대를 사용하지 못해 수직증축등반   |
|           | 별동 확대   | · 단지 내 일정면적을 확보하여 자주식 주차전용 빌딩 건설(철골주차타워)<br>· 인동거리 제한조건이나 견폐율에 포함되는 법적 구속요인 검토 필요<br>· 전체 용적률에 불포함<br>· 주차장 환기, 채광 양호<br>· 지하주차장 건설비용의 50%선<br>· 녹지공간을 늘릴 수 있음<br>· 출퇴근 집중을 고려하여 5층 이하에 주차대수 200~400로 조정되어야 하므로 대규모 단지의 경우는 여러 곳에 분산배치<br>· 미관이 좋지 않음<br>· 일부세대는 보행거리가 길어져 불편 초래<br>· 일부세대에 일조권 침해 |
|           | 건물상부 확대 | · 단지내 주민 시설 등 건물상부에 주차장계획<br>· 추가대지 필요 없고, 기존건물 보강필요   |

이주시키는 방식이다. 전체이주로 인한 경제적 손실을 최소화할 수 있지만, 상층부 주민의 통행 및 안전을 고려해야 한다. 또한 이주가구에 대한 인센티브도 필요하다.

#### (2) 동별 이주

동별 이주는 주차장확대공사를 하는 주변 단지만 이주하는 방식이다. 단지 전체이주로 인한 경제적 손실을 줄일 수 있지만, 이주하지 않은 동의 주민에 대한 통행 및 생활의 안전을 고려해야 한다.

#### (3) 구역별 이주

단지를 구역(Zoning)으로 나누어 이주하는 방식으로, 전체이주로 인한 경제적 손실을 줄이고 구역별로 주차장을 확대할 수 있다.

전체이주 후에는 모든 주차장확대방식을 적용할 수 있다. 거주중 주차장확대방식은 지하수평확대, 별동확대, 기계식확대, 건물상부확대방식을 적용할 수 있다. 데크방식의 경우에는 지상층을 필로티로 띄우고, 주동 상부에 1개층 수직증축으로 인해 전체이주를 해야 하므로 거주중에는 적합하지 않다. 건물하부 수직확대방식은 건물의 안정성을 저해할 가능성이 크므로 거주중 공사에는 적합하지 않고, 전체이주 후 공사할 경우에도 공사비

의 증대와 공간활용상의 문제로 지하수평확대방식과 병행하는 것이 바람직하다.

#### 4. 거주중 지하주차장확대의 흠막이공법 선정

##### 4.1 흠막이공법 개요

흠막이공법은 흠막이 배면에 작용하는 토압에 대응하는 구조물 구축에 사용되는 것으로 H-Pile, 강제널말뚝, C.I.P, S.C.W, 슬러 리월 공법 등이 있다. 최근에는 도심지에서의 굴착공사가 빈번해 짐에 따라 주변지반 침하나 지하구조물의 보강을 목적으로도 시 공되는 등 그 활용이 다양화 되고 있다. 특히 소음 및 침하 등 공해 방지에 우수한 현장타설 철근콘크리트 지하 연속벽은 가설의 흠 막이벽으로써 뿐만 아니라 기초말뚝 및 지하벽 등 건물본체의 일 부로 이용될 수 있다. 흠막이공법은 지반조건, 지하수위, 인접부 지, 근접건물, 공사규모 등의 요인을 고려해서 선정해야 한다.

##### 4.2 거주중 흠막이공법 선정 영향요인 분석

###### (1) 도심지공사의 흠막이공법 선정 시 고려사항

최근 도심지공사가 증가하고 있으나 협소한 대지에서의 대규모 지하굴착으로 토압의 급증대, 지하수위 저하, 진동 등으로 인 해 주변 지반의 침하가 발생하여 인접 건물의 균열 등 안전사고 가 빈발하여 사회문제화 되고 있는 사례가 많다.

제한된 공간, 복잡한 지하매설물 등 여러 가지 악조건 하에서 공사를 수행하기 위해서는 표 4와 같은 사항을 고려하여 흠막이 공법을 선정해야 한다.

표 4. 도심지공사의 흠막이공법 선정시 고려사항<sup>6)</sup>

| 검토항목 | 세부항목   |                                   |
|------|--|-----------------------------------|
| 일계조건 | 작용하중, 검토공법의 신뢰성, 보조공법의 신뢰성 등                               |                                   |
| 현장조건 | 부지조건   | 부지규모, 인접 구조물의 유무, 부지내 고저차, 자재 운반로 |
|      | 지반조건   | 지반성질, 지지층 상태, 지지층 심도, 지하수층 등      |
|      | 환경조건   | 소음·진동, 주변지반의 침하 등                 |
| 시공조건 | 기초의 근입깊이, 기초형식, 작용하중의 변동, 근접시공, 굴착저면의 파괴현상, 작업 안전성, 굴착심도 등 |                                   |
| 경제조건 | 공기, 공사비 등  |                                   |

###### (2) 거주중 공사시 고려사항

주민이 거주하면서 지하주차장을 확대하는 경우에는 거주자 들의 통행상의 안전과 임시 주차공간을 확보해야 한다. 따라서 공구를 분할하여 주차공간 부족을 해소하면서 공사를 할 수 있 도록 계획하여야 한다. 거주중 공사시 고려사항은 표 5와 같다.

표 5. 거주중 공사시 고려사항<sup>6)</sup>

| 구분         | 고려사항  |
|------------|---|
| 기존 주차장 이용성 | · 거주중 공사시 주민들의 주차수요를 수용하기 위해 기존주차장의 일부를 사 용할 수 있어야 함<br>· 가용 주차공간 감소로 대체 시설 필요        |
| 지하매설물 여부   | · 지하주차장 공사시 지하의 가스, 전기, 상하수도 등의 지하매설물의 이설작업 이 선행되어야 함                                 |
| 작업공간의 규모   | · 인동간격이 충분하지 않을 경우 작업공간 확보율이 높은 공법을 선정해야 함<br>· 구조체 공사방식의 경우 순타방식보다 역타방식이 작업공간활용율이 높음 |
| 합리적인 공정계획  | · 주로 낮시간을 이용해서 공사해야하고 공휴일과 저녁시간 이후에는 작업이 곤란함.   |

###### (3) 거주중 흠막이공법 선정 영향요인

흠막이공법 선정에 관한 기존의 연구문헌과 전문가 면담조사 를 통하여 거주중 흠막이공법 선정 영향요인을 표 6과 같이 정 리하였다.

흠막이공법 선정에 영향을 미치는 일반적인 요인들은 공사기 간, 공사비용, 근접시공 가능성, 지반조건, 흠막이벽체의 강성, 굴착규모, 소음·진동저감과 비산먼지방지 등이다. 여기에 일부 또는 전체주민이 거주하면서 공사를 해야 하는 경우 주민의 안 전과 작업공간, 장비규모 등을 고려해야 한다.

표 6. 거주중 흠막이공법 선정 영향요인<sup>7)</sup>

| Level. 1 | Level. 2                    |
|----------|-----------------------------|
| 시공성      | 근접시공, 지반조건, 흠막이벽체의 강성, 굴착심도 |
| 환경성      | 소음·진동, 비산먼지                 |
| 경제성      | 공기, 공사비                     |
| 거주성      | 거주자 안전, 작업공간, 장비규모          |

#### 4.3 거주중 흠막이공법의 적용성 분석

거주중 흠막이공사는 많은 위험요소들을 가지고 있다. 거주중 에 지하주차장을 확대하는 경우에는 주동에 근접하여 공사를 수 행해야 하고, 주민들이 거주를 하고 있기 때문에 안전하고 환경 친화적인 공법을 선정하는 것이 가장 중요하다.

본 연구에서는 흠막이공법의 현장 적용성 정도를 확인하기 위 하여 문헌조사 및 면담조사를 실시하였으며, 그 결과는 표 7과 같 다. 이는 특정 프로젝트를 고려해서 유·불리를 판단한 것이 아니 고, 일반적인 조건의 리모델링 현장에 적용될 수 있는 것이다.

현장 적용성은 시공성, 환경성, 경제성, 거주중 현장적용성의 4가지 측면에서 검토하였다. 시공성 측면에서는 지반조건, 굴착 심도, 근접시공, 벽체강성의 4가지로 나누어서 조사하였다. 거 주중 현장적용성 측면은 거주자의 안전, 작업공간, 장비규모에 대하여 조사하였다.

흠막이공법의 공사비와 공기는 지반조건에 따라 달라질 수 있

5) 공법선정에 관한 기존 연구문헌을 참고로 정리한 것임.

6), 7) '노후 공동주택의 구조 및 설비성능개선 기술개발 2차년도 연차실적 보고서', 2007년

표 7. 거주중 흠막이공법의 적용성 검토

| 검토항목   | 거주중 현장적용성 |       |       | 시공성    |        |     |     |          |       |       |       |            | 환경성 |     | 경제성 |  |
|--------|-----------|-------|-------|--------|--------|-----|-----|----------|-------|-------|-------|------------|-----|-----|-----|--|
|        | 거주자 안전    | 작업 공간 | 장비 규모 | 지반조건   |        |     |     | 높은 지하 수위 | 굴착 심도 | 근접 시공 | 벽체 강성 | 소음·진동·비산먼지 | 공기  | 공사비 |     |  |
|        |           |       |       | 퇴적(빨)층 | 모래 자갈층 | 암반층 | 매립층 |          |       |       |       |            |     |     |     |  |
| 공법     |           |       |       |        |        |     |     |          |       |       |       |            |     |     |     |  |
| H-Pile | XX        | △     | △     | △      | △      | △   | △   | XX       | X     | X     | XX    | X          | ◎   | ◎   |     |  |
| 강제널말뚝  | X         | △     | △     | ○      | X      | X   | ○   | ○        | X     | △     | X     | X          | ○   | ○   |     |  |
| S.C.W  | △         | △     | △     | △      | △      | X   | △   | △        | △     | △     | △     | △          | △   | △   |     |  |
| C.I.P  | ○         | △     | ○     | △      | △      | X   | △   | ○        | ○     | ○     | ○     | △          | X   | X   |     |  |
| 슬러리월   | ◎         | X     | △     | △      | △      | X   | △   | ◎        | ○     | ○     | ◎     | ○          | XX  | XX  |     |  |

◎:매우 양호, ○:양호, △:보통, X:불리, XX:매우 불리

다. 본 연구에서는 공기는 일반토사조건에서 단위 흠막이 길이의 시공속도를 조건으로 하여 검토하였고, 공사비는 공법 적용에 필요한 공사비를 조건으로 각 공법에 대해 검토하였다.

거주중 현장적용성 측면에서 거주자 안전 항목은 지반상태가 가장 나쁜 퇴적층일 경우를 기준으로 검토하였다.

H-Pile 토류판공법과 강제널말뚝공법은 경제성 측면에서는 우수하지만 지반조건이나 굴착심도 등을 고려한 시공성과 환경성 측면은 다른 공법에 비해 불리한 것으로 조사되었다. H-Pile 토류판공법은 사용 장비가 비교적 소형이어서 작업공간 확보와 장비규모 면에서는 유리하지만 거주자의 안전 측면에서는 다른 공법에 비해 다소 불리하다.

CIP공법과 슬러리월 공법은 지반조건, 굴착심도, 근접시공, 벽체강성 등의 시공성 측면과 소음·진동, 비산먼지 등의 환경성 측면에서는 비교우위에 있지만 경제성 측면에서는 다른 공법에 비해 불리하다. 슬러리월 공법은 사용장비의 규모가 크고 슬러리 월 패널 철근조립 등에 필요한 작업공간, 타워크레인 설치 등으로 인하여 작업공간이 협소할 경우 불리하다. SCW공법은 다른 공법과 비교해 중간정도의 수준으로 파악되었다.

거주중 적용성은 CIP공법, SCW공법 및 슬러리월 공법이 우수한 것으로 나타났고, CIP공법과 슬러리월 공법은 거주중 공사시 주변지반의 침하가 작지만, 작업공간이 협소할 경우 적용성이 떨어지는 것으로 조사되었다. 역타방식을 적용할 경우에는 지상층 슬래브를 작업공간으로 활용할 수 있기 때문에 그러한 문제들을 일부 해소할 수 있다.

4.4 거주중 주차장확대 흠막이공법 선정

거주중 지하주차장확대공사에 적용 가능한 흠막이공법은 3단계의 과정을 통하여 선정될 수 있다. 첫 번째 단계는 공법선정에 영향을 미치는 요인의 가중치를 산정하고, 그 다음 단계는 각 흠막이공법에 대한 거주중 현장 적용성을 평가한다. 마지막 단계로는 거주중 현장 적용성 평가 값에 가중치를 곱하여 평가점수의 합계가 가장 높은 공법을 선정한다. 그림 4는 흠막이공법 선

정 흐름도를 나타낸다.

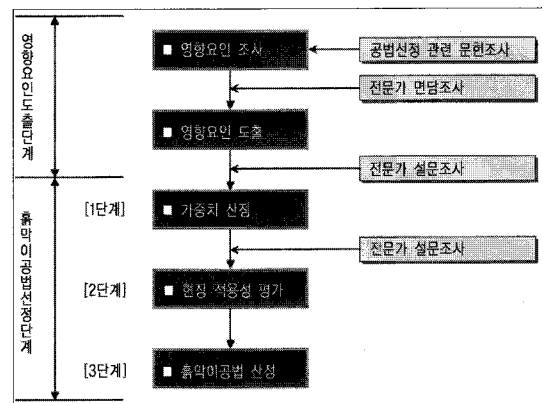


그림 4. 흠막이공법 선정 흐름도

[1단계] 흠막이공법 선정 영향요인의 가중치 산정

본 연구에서는 건설공사수행경력 10년 이상의 전문가 11명을 대상으로 AHP기법을 적용한 설문조사를 실시하였다. AHP기법은 인간이 의사결정을 할 때 두뇌가 단계적 또는 위계적 분석과정을 활용한다는 사실에 착안하여 개발된 것으로 계층적구조의 설정, 상대적 중요도의 설정, 논리적 일관성 유지의 원칙을 따른다. 거주중 지하주차장확대를 위한 흠막이공법 선정 영향요인의 상대적 중요도(가중치)를 AHP기법을 통하여 산정하였으며, 그 결과는 표 8과 같다. 가중치 산정결과 시공성부분이 가장 높게 나타났으며, 환경성, 거주성, 경제성 순으로 가중치 값이 높았다.

표 8. 흠막이공법 선정 영향요인의 가중치

| 항 목             |         | 가중치    |
|-----------------|---------|--------|
| 거주성<br>(0.2294) | 거주자안전   | 0.1071 |
|                 | 작업공간    | 0.0703 |
|                 | 장비규모    | 0.0520 |
| 시공성<br>(0.3223) | 지반조건    | 0.1207 |
|                 | 굴착심도    | 0.0787 |
|                 | 근접시공    | 0.0870 |
|                 | 흠막이벽체강성 | 0.0359 |
| 환경성<br>(0.2490) | 소음      | 0.0875 |
|                 | 진동      | 0.0951 |
|                 | 비산먼지    | 0.0664 |
| 경제성<br>(0.1993) | 공기      | 0.1372 |
|                 | 공사비     | 0.0621 |
| 계               |         | 1      |

[2단계] 거주중 흠막이공법의 적용성 평가

흠막이공법의 현장 적용성은 단지규모와 배치, 지하주차장의 규모, 지반조건, 인접건물의 기초형태 등과 같은 조건에 따라 달라질 수 있다. 본 연구는 강남지역의 ○○아파트를 대상단지로 선정하여 거주중 흠막이공법의 적용성 평가를 실시하였다. 대상 단지는 1983년에 준공되었고 2006년 12월 극심한 주차난으로 소방도로가 확보되지 않아 아파트 화재로 인한 사망사고가 발생한 곳이다. 아파트 입주자들은 대부분 개별적으로 내부 리모델링은 하였지만 주차난은 해결하지 못하였다. 그림 5는 ○○아파트의 출근시간대의 주차 현황이다. 본 연구의 사례 분석 대상인 ○○아파트의 주차장확대 계획안은 그림 6과 같이 동과 동 사이에 지하2층 규모의 지하주차장을 신설하는 것이다. 지반조건은 양재천이 인접하고 있어 지하수위가 높은 상태로 가정하여 적용성 평가를 실시하였다.

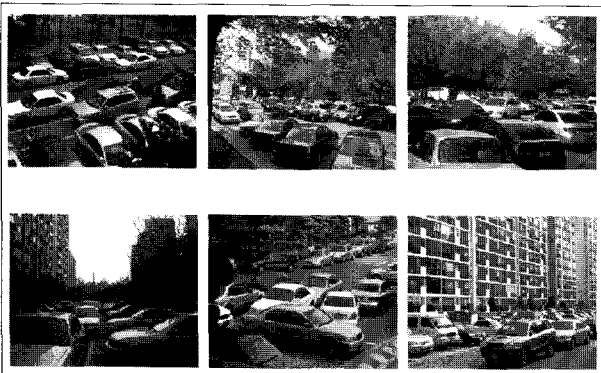


그림 5. ○○아파트 주차장 현황



그림 6. ○○아파트 지하주차장 수평확대 배치도

○○아파트의 거주중 흠막이공법의 적용성을 평가하기 위하여 4.3절에서 조사한 바와 같이 현장경력 10년 이상의 전문가 8명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 각 공법을 5점 척도(매우 양호:5, 양호:4, 보통:3, 불리:2, 매우 불리:1)로 평가하여 점수를 부여하도록 하였다. 조사된 각 항목의 평균값은 표 9와 같다.

표 9. 거주중 흠막이공법의 적용성 평가<sup>8)</sup>

| 평가항목   | 거주성    |       |       | 시공성   |       |       |           | 환경성  |      |       | 경제성  |      |
|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|------|------|-------|------|------|
|        | 거주자 안전 | 작업 공간 | 장비 규모 | 지반 조건 | 굴착 심도 | 근접 시공 | 흠막이 벽체 강성 | 소음   | 진동   | 비산 먼지 | 공기   | 공사비  |
| H-pile | 1.50   | 2.83  | 2.67  | 2.70  | 2.50  | 2.33  | 1.67      | 1.67 | 2.00 | 2.00  | 4.33 | 4.50 |
| 강제널말뚝  | 2.17   | 2.50  | 2.67  | 2.63  | 2.50  | 3.00  | 2.17      | 1.83 | 1.83 | 1.83  | 4.00 | 3.67 |
| S.C.W  | 2.83   | 2.83  | 2.83  | 3.07  | 3.33  | 3.17  | 3.50      | 3.00 | 3.00 | 2.83  | 2.83 | 3.00 |
| C.I.P  | 3.67   | 3.00  | 3.33  | 3.17  | 4.00  | 3.83  | 4.00      | 3.17 | 3.00 | 3.17  | 2.33 | 2.17 |
| 슬러리월   | 4.50   | 2.50  | 2.67  | 2.83  | 3.83  | 4.00  | 4.67      | 4.33 | 4.00 | 4.33  | 1.33 | 1.17 |

5 : 매우 양호, 4 : 양호, 3 : 보통, 2 : 불리, 1 : 매우 불리

[3단계] 거주중 흠막이공법 선정

공법평가에서 산출된 값(표 9 참조)에 거주중 흠막이공법 선정 영향요인의 가중치(표 8 참조)를 곱하여 표 10과 같은 최종 결과를 도출하였다. 예를 들어, 슬러리월의 평가점수는 식 1과 같이 각 항목에 가중치값을 곱한 값의 합이 된다.

$$4.5(\text{슬러리월의 거주자안전}) \times 0.1091(\text{가중치}) = 0.49 (\text{식1})$$

표 10. 거주중 흠막이 공법선정 평가<sup>9)</sup>

| 평가항목   | 거주성    |       |       | 시공성   |       |       |           | 환경성  |      |       | 경제성  |      | 평가점수 |
|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|------|------|-------|------|------|------|
|        | 거주자 안전 | 작업 공간 | 장비 규모 | 지반 조건 | 굴착 심도 | 근접 시공 | 흠막이 벽체 강성 | 소음   | 진동   | 비산 먼지 | 공기   | 공사비  |      |
| H-pile | 0.16   | 0.21  | 0.15  | 0.29  | 0.19  | 0.17  | 0.05      | 0.15 | 0.19 | 0.14  | 0.58 | 0.34 | 2.64 |
| 강제널말뚝  | 0.24   | 0.19  | 0.15  | 0.29  | 0.19  | 0.22  | 0.07      | 0.16 | 0.18 | 0.13  | 0.54 | 0.28 | 2.63 |
| S.C.W  | 0.31   | 0.21  | 0.16  | 0.33  | 0.26  | 0.24  | 0.11      | 0.27 | 0.29 | 0.21  | 0.38 | 0.23 | 2.99 |
| C.I.P  | 0.40   | 0.22  | 0.19  | 0.34  | 0.31  | 0.29  | 0.13      | 0.28 | 0.29 | 0.23  | 0.31 | 0.16 | 3.16 |
| 슬러리월   | 0.49   | 0.19  | 0.15  | 0.31  | 0.29  | 0.30  | 0.15      | 0.39 | 0.39 | 0.31  | 0.18 | 0.09 | 3.23 |

5 : 매우 양호, 4 : 양호, 3 : 보통, 2 : 불리, 1 : 매우 불리

이러한 과정을 통하여 대상아파트의 흠막이공법으로는 가장 높은 평가점수를 얻은 슬러리월 흠막이공법을 선정할 수 있었다.

4.5 민감도분석

거주성, 시공성, 환경성, 경제성의 가중치는 현장여건, 프로젝트의 특성 등에 따라 달라질 수 있다. 가중치의 증감에 따른 결과값의 변화를 살펴보기 위하여 민감도 분석을 실시하였으며 그 결과는 그림 7 ~ 그림 10과 같다. 거주성과 시공성 측면에서는 가중치의 증감에 따라 적정공법의 변화가 없었고, 슬러리월공법이 우위에 있었다. 환경성 측면에서는 가중치를 30%이상 감소시켰을 때 슬러리월공법보다 CIP공법이 더 적정한 것으로 나타났다. 경제성 측면에서는 가중치를 30%이상 증가시켰을 때 CIP공법이 가장 우위에 있었고, 80%이상 증가 했을 경우 H-Pile공

8), 9) 결과값은 소수점 셋째자리에서 반올림하였음.

법이 가장 적정한 것으로 나타났다.

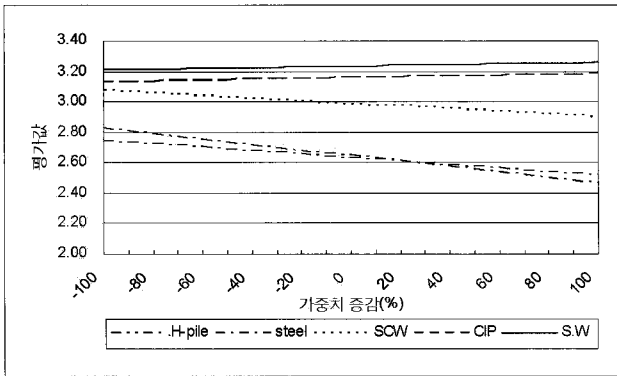


그림 7. 거주성 민감도분석

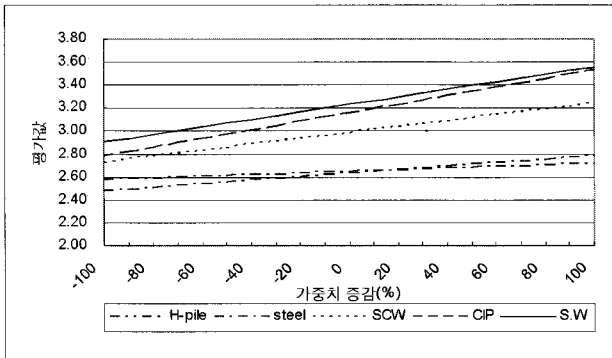


그림 8. 시공성 민감도분석

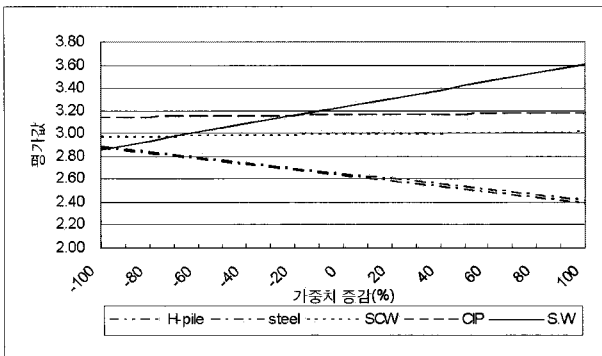


그림 9. 환경성 민감도분석

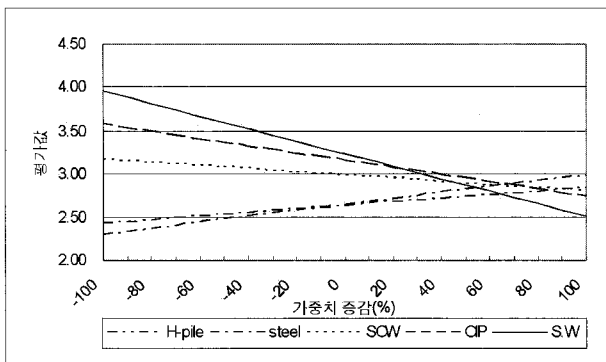


그림 10. 경제성 민감도분석

## 5. 결론

경제수준의 향상에 따른 자동차보급율의 급격한 증가는 주차 공간의 부족현상을 가져왔다. 준공 당시의 주차장 설치기준은 만족하였지만, 현재의 법규나 주민의 요구를 만족시키지 못하는 경우가 많다. 공동주택의 심각한 주차난은 단순한 불편함이 아닌 안전에 관계된 심각한 문제가 되고 있다. 단지의 전면적 리모델링이 아닌 주차장 확장만을 위한 리모델링이 필요한 실정이다.

본 연구는 주민들이 이주를 하지 않고 거주중 지하주차장 확대를 위한 흠막이공법 선정 방법을 제안하는 것을 목적으로 하였다.

본 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

1) 공동주택에 적용 가능한 주차장확대방식의 특징을 분석하여 거주중에 적용 가능한 주차장확대방식으로 지하수평확대, 별동방식, 기계식방식, 건물상부 확대방식을 제시하였다. 본 연구는 공간활용율과 단지의 쾌적성이 우수한 지하수평확대방식을 대상으로 흠막이공법 선정방법에 초점을 맞추어 수행하였다.

2) 기존 연구문헌과 거주중 고려사항을 검토하여 거주중 지하주차장확대를 위한 흠막이공법 선정 영향요인을 도출하였다. 영향요인은 시공성(근접시공, 지반조건, 흠막이벽체의 강성, 굴착심도), 환경성(소음·진동, 비산먼지), 경제성(공기, 공사비), 거주성(거주자 안전, 작업공간, 장비규모)으로 나누어 기존 공법들의 적용성을 검토하였다.

3) 공법선정은 거주중 흠막이공법의 공법선정 영향요인의 가중치 산정, 적용성 평가, 공법선정의 단계로 이루어진다. 공법평가는 현장경력 10년 이상의 전문가를 대상으로 면담을 겸한 설문조사방법으로 수행되었다.

4) AHP기법에 의한 영향요인 가중치 산정결과 시공성, 환경성, 거주성, 경제성 순으로 우선순위가 높게 나타났다. 대상단지를 선정하여 적용성 검토 결과 높은 점수를 얻은 슬러릴공법이 적정 흠막이공법으로 선정할 수 있었다.

5) 공법선정 영향요인의 가중치는 현장에 따라 달라질 수 있으며, 본 연구에서는 민감도분석을 실시하였다. 그 결과, 거주성과 시공성의 가중치를 증감하였을 경우에는 슬러릴 공법이 다른 흠막이공법보다 우위에 있었다. 환경성은 가중치를 30%이상 감소시켰을 때 CIP공법이 적정공법으로 나타났으며 경제성



서는 가중치를 30%~80%정도 증가시켰을 때 CIP공법이 우위에 있었고, 80%이상 증가시켰을 경우에는 H-pile공법이 적정 공법으로 나타났다.

본 연구에서 제안한 공법선정 방법은 거주중 지하공사 흠막이 공법 선정시 의사결정에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 향후 적용 가능한 흠막이공법의 요소기술과 장비 등을 개선?개발한다면 노후공동주택의 리모델링을 활성화할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

1. 김재엽(2006), 신경망과 사례기반추론을 이용한 흠막이공법 선정에 관한 연구, 대한건축학회, 제22권 제5호, pp. 187-194
2. 노영창(2006), 공동주택의 주차장확대 시공기술개발을 위한 공법선정 연구, 대한건축학회, pp. 509-512
3. 박우열(2006), Support Vector Machine을 이용한 흠막이공법 선정모델에 관한 연구, 건설관리학회, 제7권, 제2호, pp118-126
4. 대우건설(2006), 건축기술지침, 대한건축학회
5. 안정근(2000), 주거단지에서의 효율적 주차방식연구, 대한주택공사
6. 윤여원(2001), 리스크 요인분석을 통한 건축공법선정에 관한 연구, 대한건축학회, 제1권, 제1호, pp 119-130
7. 오승준(1999), 흠막이공사 공법 선정방안에 관한 연구
8. 이원식(2004), 건축리모델링, 기문당
9. 노후 공동주택의 구조 및 설비성능개선 기술개발 1, 2차년도 연차실적보고서(2007), 건설교통기술평가원
10. 이흥철(2006), 기술적?경제적 영향요소를 고려한 연약지반 개량공법의 의사결정모델 개발, 한국건설관리학회, pp. 698-701
11. 정경진(2004), 지하공사 지식기반 적정공법 선정을 위한 프로세스에 관한 연구, 대한건축학회, 제24권 제2호 pp. 639-642
12. 황경진(2007), 공동주택의 주차장 확대방식 선정 절차모델 개발, 대한건축학회, 제23권 제2호, pp. 151-160

논문제출일: 2007.09.04  
 심사완료일: 2007.11.07

### Abstract

Rapidly increasing automobile supply rate according to improved economic level of life makes lack of parking space of apartments. Even though the initial design of parking space complied with old regulations, it may not observe either new laws or requirement of inhabitants. Even if old apartments have no structural durability problem, outworn facilities and insufficient parking area may be a main reason for reconstruction. It causes waste of national resources and makes recycling issues.

Additionally, irregularly parked cars make traffic obstruction to a fire engine and result in many fire accident victims. Parking problems of apartments are not only inconvenience but also serious safety issues. From these points of view, remodeling only for parking area expansion is necessary to avoid overall reconstruction of apartments.

The purpose of this study is to suggest a retaining wall selection method for apartments underground parking lots expansion without evacuation of resident people. Effect factors to select retaining wall system are analyzed and weight values are calculated by applying AHP. One selection method of retaining wall is proposed by evaluating applicability and its sensitivity analysis is executed. This selection method is expected to help decision-making of retaining wall system selection.

**Keywords** : Apartments, Method of Parking Lots Expansion, Retaining Wall Method, Method Selection Factor