

목 차

시론 I

02 인간과 자연이 공생하는 친환경건축을 위하여 I 박재영 사장

특별기고 I

04 콘크리트 구조물에 발생하는 균열·누수의 유형별 원인과 대책 I 서울대 오병환 교수

하자보수 특집 I

17 건축공사 하자유형 및 사례분석 I 건축사업본부 고객지원팀

30 토목공사 하자유형 및 사례분석 I 토목사업본부 토목팀

48 하자담보 책임기간

현장기술소개 I

50 기존구조물 하부통과 TRCM 공법 소개 I 동아정역 건설공사 김경호 소장 외

62 공동주택 조경특화를 위한 인근 토목현장 수목이식 및 활용 방안

62 I 통영한진그랑빌비치 신축공사 최홍욱 소장

68 ISO 9001 : 2000년 개정판 개요 및 품질경영시스템 개정 내용 I

68 I 품질환경팀

현장문제해결 I

76 우수에 의한 시면 파괴 사례 및 대책 I 토목설계지원팀 류기정 상무

84 기술연구 소식 I

88 안전포커스 I



인간과 자연이 공생하는 친환경건축을 위하여

박재영 한진중공업 건설부문 대표이사



현대에 있어서 환경과 자연, 그리고 생태라고 하는 것이 중요성을 띠게 되었습니다. 이는 지구상의 자연과 인공환경이 상호 유기적이므로 함께 할 수 있는 공동체적인 관계를 조성해야 함을 말하고 있는 것입니다. 이런 견지에서 인공환경을 조성하는 건축이 자연과 공생하는 관계로 있어야 한다는 사실은 이제 당연한 것으로 받아들여지고 있는 추세입니다. 이와 같이 건축공간의 구성과 함께 전기, 물, 쓰레기의 환경처리, 기후를 이용한 단열 및 채광 등은 인간과 자연이 함께 살아가는 친환경적인 생활의 토대를 구축하기 위해서는 필수적이며 이를 구체적으로 제시하면 다음과 같은 방안이 있습니다.

첫번째, 태양에너지의 활용을 극대화하는 것입니다. 지구의 어느 지역에 살든 모든 동식물들이 태양의 은혜를 받고 삶을 영위하듯이 건물도 하나의 생명체처럼 기능하려면 건물에 태양에너지는 기본적으로 적용되어야 합니다. 예를 들면 태양열을 이용한 온실을 건물 입면에 설치함으로써 외기는 실내공간으로 들어오지 않도록 걸러주는 완충공간으로 기능하면서도 화초재배나 일광욕을 위한 발코니로서의 역할도 할 수 있는 공간구성의 아이디어를 들 수 있습니다. 또다른 방법으로는 건물 지하에 천장 집열관을 통해 받아들인 태양열을 저장하는 중간열 저장 탱크를 두고 이를 각 공간의 냉난방설비의 동력에 도움이 되도록 사용할 수도 있을 것입니다.

두번째, 물의 사용은 집안에 들어가고 나가는 물의 쓰임이 모두 연결되어 최대한 자원을 절약하는 시스템으로 구성되도록 해야 할 것입니다. 세탁기나 욕조에서 나오는 물을 정수하여 화장실용으로 활용하고 동시에 외부공간이나 온실에는 우수나 중수를 활용할 수 있도록 빗물 저장탱크와 중수 저장 탱크를 연계되어 설치할 수도 있습니다.

세번째, 쓰레기의 재활용은 부엌에서 발생하는 음식쓰레기를 발효 효소를 투입해 분해하여 정원의 퇴비로 쓰는 주동 공동의 공간을 마련하는 발상을 할 수 있습니다. 가정에서 나오는 생활하수는 오수관을 따라 공동의 하수 처리 시설로 연결되어 별도 정화되는 메커니즘을 가지도록 하는 방안도 고려할 수 있을 것입니다.

네번째는 옥상이나 지붕의 녹화작업을 거쳐 차열이나 단열에 대해 효과를 보는 방안입니다. 이 방법은 에너지 절약의 한 방안이면서도 경관 개선, 실내온도조절, 실내공기정화 등을 기대할 수 있으므로 세밀한 수목의 선정이 필요하

고 옥내정원 등을 통한 새나 곤충, 물고기와 공생할 수 있는 건축물 녹화로 좋은 바이오톱(Biotope)을 창출할 수 있습니다.

다섯번째, 아파트 단지진입로에 소규모광장 및 세련된 조형물을 설치하거나 시설물의 디자인개선, 산책로 및 운동공간 등을 다양화시켜 주거의 영역성 부여와 이미지 확립, 주민 참여 및 화합의 장소를 제공하고 옥외공간을 효율적으로 계획함으로써 인간중심의 환경친화적 건설계획을 수립해야 하겠습니다.

여섯번째, 자연 친화적인 내부평면의 개선관점에서 자연광이 들어오거나 외부의 경치가 보이는 등 자연과의 개방성과 세대에서 정원이나 지면으로 쉽게 접근이 가능한 다양한 접지성이 고려되어야 할 것입니다.

일곱번째로 무엇보다도 환경파괴나 자원고갈을 초래하지 않는 자재의 선택과 제조나 유통에 에너지를 적게 소비하고 재활용이 가능한 건축자재 사용, 사람에게 편안함을 주고 건강을 증진시킬 수 있는 친환경자재의 선택에 세심한 배려가 있어야 합니다.

이외에도 차가운 공기는 가라앉고 더운공기는 위로 올라가는 공기순환체계를 이용해 여름에는 천장복사 냉방을, 겨울에는 바닥난방을 하는 형식을 유도하여 쉽게 공기의 흐름을 유도하는 등 설비와 공조체계에 대한 다양한 기술개발도 이루어져야 할 것입니다.

생태계는 연관과 순환의 체계입니다. 당연히 인간도 이 체계의 구성요소입니다. 즉 인간은 생태계 외부에 존재하면서 생태계를 자신의 의지대로 통제할 수 있는 존재가 아니라 생태계 내부에 존재하면서 생태계를 그 원리에 따라 이용할 수 있는 존재일 뿐입니다. 따라서 이 원리는 자연을 단순히 인간의 욕구충족을 위한 자원으로 파악하고 목적의식적인 개조의 대상으로 간주하는 경제적 합리성의 원리와는 대립되는 것이라 말할 수 있을 것입니다. 생태학의 원리는 우선 자연에 대한 배려라는 내용으로 나타나며, 이것은 결국 인간 자신에 대한 배려이고 겸손과 절제의 윤리에 기초한 새로운 인간중심주의의 과학적 기반을 제공한다고 생각합니다.

자연친화형의 건설기술개발은 국가건설발전의 한 축이 되는 것은 물론 우리의 주고객인 국민의 쾌적한 삶의 질 향상에 기여하고 궁극적으로는 당사의 특화된 신기술개발의 밑거름이 될 중요한 경쟁력강화의 한 요소로 작용할 것입니다.

당사에서도 주택사업분야에서 이러한 친환경요소를 고려한 다양한 기술개발과 접목이 시도되고 있지만 앞으로도 부단한 개선과 노력이 필요할 것입니다.

단순히 노동집약적인 종전의 건설사업의 틀을 벗어나서 기술집약적인 건설기술개발은 물론 우리의 삶과 질을 개선하는 친환경건설기술의 중요성과 시대적인 사명감을 감안한다면 이러한 기술개발이 일부가 아닌 전 임직원들의 끊임 없는 개발과 노력이 절실히 요구되는 시점임을 다시 한번 강조 드립니다.

사람은 자연속에서 살다가 결국 자연으로 돌아갑니다. 친환경 건설기술의 개발과 이의 선택이 우리 건설 기술인들에게 또 하나의 시대적인 사명임을 깊이 자각하여 보다 밝고 쾌적한 삶의 질 향상에 기여할 수 있도록 노력해야 할 것입니다.

콘크리트 구조물에 발생하는 균열 · 누수의 유형별 원인과 대책



오 병 환 서울대학교 토목공학과 교수

특
별
기
고

목 차

1. 서론
2. 콘크리트 구조물에 발생하는 균열
 - 21 굳지 않은 콘크리트의 균열
 - 211 콘크리트의 침하에 의한 균열
 - 212 소성 수축 균열
 - 22 굳은 콘크리트의 균열
 - 221 건조 수축 균열
 - 222 수화열에 의한 균열
 - 223 주변 온도 변화에 의한 균열
 - 224 알칼리-골재 반응에 의한 균열
 - 225 황산염의 침해에 의한 균열
 - 226 철근 부식에 의한 균열
 - 227 동결융해에 의한 균열
 - 228 초과 하중에 의한 균열
3. 콘크리트구조물의 균열에 의한 누수
 - 31 균열누수 원인
 - 32 누수 사례
 - 33 누수 대책
 - 331 설계시 주의점
 - 332 시공시 주의점
 - 333 누수보수공법
4. 결 론

1. 서론

콘크리트는 건설구조물에 이용되는 재료중에서 가장 광범위하게 사용되는 재료로서 경제적이고 내구성이 높은 재료이다. 그러나 콘크리트 구조물은 재료특성상 인장응력이 발생하는 곳에서 균열이 발생할 가능성을 항상 지니고 있으며, 이러한 인장응력은 구조적 요인 외에 물리·화학적인 요인 등에 의해서 발생할 수 있다. 따라서 콘크리트 구조물에 발생하는 균열은 불가피한 것으로 받아들이는 경향이 있다. 그러나 콘크리트 구조물에 발생하는 균열은 구조물의 안전성에 영향을 줄 뿐만 아니라, 구조물의 내구성 및 미관적인 측면에서도 바람직하지 않은 영향을 주므로 최근에는 콘크리트 구조물에 발생하는 균열의 원인을 분석하고 제어하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

콘크리트 구조물에 발생하는 다양한 균열의 원인중 먼저 외부의 작용하중과 직접 관계가 없이 발생하는 비구조적인 요인으로서, 외기의 물리적인 환경요인을 들 수 있으며, 때때로 이러한 환경요인에 의한 균열의 발

생은 구조물에 심각한 손상을 입힐 수 있으므로 이에 대한 명확한 발생기구와 제어방안을 검토할 필요가 있다. 이러한 물리적 환경요인으로 발생하는 균열은 대표적으로 건조수축 균열, 동결융해 작용으로 인한 균열 및 주위 온도 변동에 의한 균열 등으로 분류할 수 있으며, 건조수축 균열은 현장에서 실제 구조물에 발생하는 확률이 가장 많아 설계자, 시공자 및 콘크리트공학자들에게 많은 관심을 일으키게 하고 있다. 또한, 콘크리트 구조물은 화학적 요인에 의해서도 균열이 발생하며, 이러한 화학적 요인에 의한 균열로는 알칼리-골재 반응, 황산염 반응에 의해 발생하는 균열이 대표적이다. 한편, 시공중 콘크리트 내부의 수화열에 의해 발생하는 균열도 그 성질은 다르나 원인으로 보면 콘크리트 내부의 화학반응과 이로 인해 발생하는 내·외부온도차에 의한 물리적인 현상에 의한 균열로 생각할 수 있다.

이상에서 서술한 바와 같이 구조물에 발생하는 비구조적인 균열은 장기적인 물리·화학적 반응에 의한 성능저하로 발생한다. 그러나 이외에도 시공 초기의 품질 관리가 제대로 이루어지지 않아서 균열이 발생하는 경우도 있으며, 이러한 균열은 콘크리트의 물리·화학적 침해를 촉진하여 심각한 문제를 야기할 수 있다. 이와 같이 시공 초기에 발생하는 균열로는 소성수축 균열, 침하균열 등을 들 수 있으며 이에 대한 적절한 대책이 강구되어야 한다.

또한 콘크리트에 발생한 균열에 의하여 누수촉진현상이 발생하기도 한다.

본 소고에서는 콘크리트 구조물에 발생하는 균열에 대한 원인을 상기와 같은 관점에서 조사, 분류하고 그 원인을 규명하며, 콘크리트 구조물에 발생하는 누수현상에 대하여 알아보고 대책을 논하고자 한다.

2. 콘크리트 구조물에 발생하는 균열

2.1 균지 않은 콘크리트의 균열

콘크리트가 경화되기 직전이나 경화되기 시작하는 시기에 발생하는 것으로 배합, 시공 방법, 시공 장소 및 시공 시의 기상 조건 등에 관련되며, 그 발생 원인에 따라 콘크리트의 침하에 의한 균열과 소성 수축 균열로 구분할 수 있다.

2.1.1 콘크리트의 침하에 의한 균열

콘크리트를 타설하고 다짐하여 마감 작업을 한 이후에도 콘크리트는 계속하여 압밀되는 특성을 보인다. 이것은 재료의 비중 차이로 인하여 수분이 상승하고 고품물이 침강하는 블리딩(bleeding)현상 때문에 생기는 특성이며 이러한 압밀 현상이 거푸집이나 철근 배치 등에 영향을 받거나 콘크리트 경화의 부분적인 차에 의한 침강의 차이가 생기면 그 표면에 균열이 발생한다. 일반적으로 슬래브 윗면에 규칙적인 간격으로 발생하는 다수의 균열은 철근에 의해 나타나는 침하 균열이며 이 경우 그 간격은 슬래브 윗면의 철근 간격과 일치한다.

철근 직경이 클수록, 슬럼프 값이 클수록 그리고 콘크리트의 피복 두께가 작을수록 침하 균열은 증가하며, 충분한 다짐을 하지 못한 경우나 튼튼한 거푸집을 사용하지 않은 경우에 더욱 심각하게 발생할 수 있다.

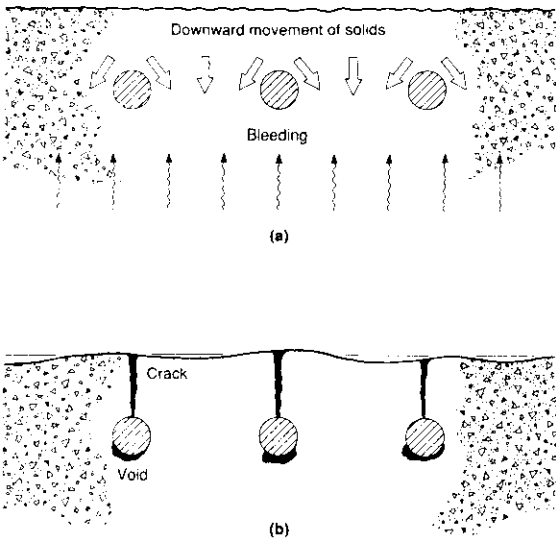


그림 2.1 소성침하 균열

2.1.2 소성 수축 균열

굳지 않은 콘크리트의 건조 수축은, 일반적으로 노출 면적이 넓은 슬래브와 같은 구조 부재에서 타설 직후에 일어난다. 이러한 초기의 건조 수축에 의해 발생하는 균열을 소성 수축 균열이라고 하며 이러한 균열은 노출 면이 건조한 바람이나 고온 저습한 외기에 노출될 경우에 발생하는 급격한 습윤의 손실에 기인하여 발생한다. 타설 후 콘크리트 표면의 수분은 노출된 표면에서 대단히 빨리 증발하기 때문에 콘크리트 표면에는 수축 현상이 발생하며, 반면에 내부의 콘크리트는 수축하지 않기 때문에 내부 구속에 의해 콘크리트의 표면에는 인장 응력이 발생한다. 이 인장 응력이 콘크리트 초기 인장 강도를 초과하는 경우 소성 수축 균열이 발생하게 된다. 그림 2.2는 콘크리트 포장표면에 생긴 소성 수축 균열의 예이다.

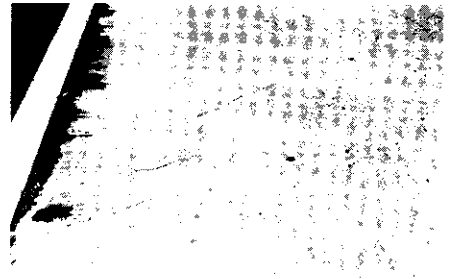


그림 2.2 소성수축 균열의 예

2.2 굳은 콘크리트의 균열

콘크리트가 굳고 난 이후에 발생하는 균열은 그 종류가 매우 다양하다. 이것은 콘크리트가 양생된 후 사용 중에 발생하는 균열이므로 그 발생 원인도 다양하며 구조물에 미치는 영향도 또한 매우 크다. 이러한 굳은 콘크리트에서 발생하는 균열로는 건조 수축에 의한 균열, 열응력으로 인한 균열, 화학 작용으로 인한 균열 및 설계 오류로 인한 균열 등으로 분류된다.

2.2.1 건조 수축 균열

콘크리트의 타설 초기에 시멘트 페이스트가 건조하게 되면 시멘트 젤의 주위에 있는 미세한 모세관 속의 공극수가 증발 혹은 확산될 때 모세관 장력이 작용하여 콘크리트의 건조 수축이 유발되고, 콘크리트는 최대 체적의 0.05%까지 수축하게 된다. 이 경우 건조에 의한 콘크리트의 수축이 어떠한 구속력도 없이 발생한다면 콘크리트에 균열은 발생하지 않는다. 그러나 콘크리트 구조물은 기초나 다른 구조 요소 또는 콘크리트 내의 보강 철근 등에 의해 구속을 받고 있다. 이와 같이 수축과 구속의 조합에 의해서 콘크리트 내부에서는 인장 응력이 발생하며, 이러한 인장 응력이 콘크리트의 인장 강도를 초과할 때 균열이 발생한다.

구속력의 또 다른 형태는 콘크리트 표면에서의 수축과 콘크리트 내부의 부재에서의 수축량의 차이에 의해 발생할 수도 있다. 건조 수축은 항상 대기에 노출된 표면에서 크기 때문에 콘크리트 내부에서는 콘크리트 표면의 수축을 구속한다. 이와 같은 차이로 인해 인장 응력이 발생하며, 이러한 인장 응력은 표면 균열의 원인이 된다. 이러한 균열은 초기에는 콘크리트 내부로 관입되지 않으나, 추가적인 건조를 받게 되면 콘크리트 부재 내부로 깊숙히 전파될 수 있다.

그림 2.3에 슬래브의 하단에서 발생한 건조수축 균열의 예를 나타내었다. 양단 벽체에 의한 강한 구속에 의하여 균열이 발생한 것으로 추정된다. 그림 2.4에 벽체의 옆면에서 발생한 건조수축 균열의 예를 보였다. 벽체 하단부에 의한 구속에 의해 균열이 발생하였다. 이 경우는 건조수축과 수화열의 두가지 작용이 복합되어 일어나는 경우가 많다.

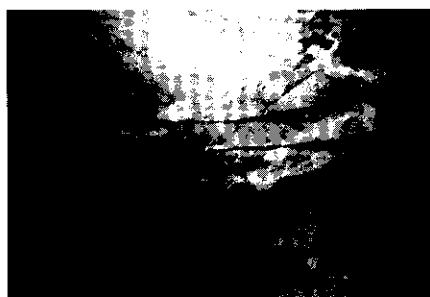


그림 2.3 건물 슬래브 하부에 발생한 균열

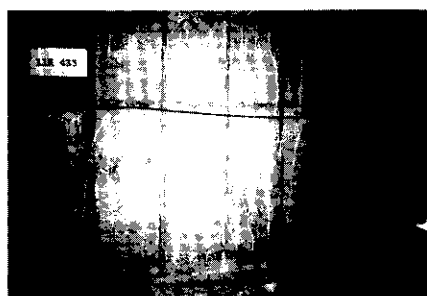


그림 2.4 지하철 벽체에 발생한 균열

222 수화열에 의한 균열

콘크리트의 열 특성이 콘크리트의 내구성과 직접적인 관계가 있는 것은 아니지만 다양한 환경 하에서 오랜 시간 동안 콘크리트 구조물의 성능에 영향을 미치며 특히 댐 구조물과 같이 매스 콘크리트로 구성되는 대형 콘크리트 구조물에서 콘크리트 수화열에 의한 균열은 주요한 성능 저하 요인이 된다.

콘크리트의 배합시 시멘트와 물이 혼합되면 시멘트의 여러 성분들이 화학 반응을 일으켜 새로운 물질이 생성되면서 콘크리트가 응결됨과 동시에 경화하는데, 이러한 시멘트와 물과의 화학 반응을 수화 작용(hydration)이라고 한다. 이런 수화 반응이 진행되는 동안에 시멘트 페이스트는 열을 발산하여 이로 인해 내부의 온도가 올라가게 되는데, 이러한 내부의 수화열은 외부 노출 부위로 빠져나가는데 충분한 시간이 필요하게 된다. 콘크리트의 열응력은 수화열에 의해 콘크리트의 온도가 상승하여 온도차가 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ 정도에 이르면 발생하며 이때 발생한 열응력이 콘크리트의 인장 강도 보다 커지면 균열이 발생한다. 이러한 수화열에 의해 발생하는 균열은 다음과 같이 두가지 경우로 나누어진다.

첫째는 내부 구속의 경우로 콘크리트는 경화 시 수화열로 인하여 콘크리트 내부는 온도 상승과 함께 팽창하려 하지만 시간이 경과함에 따라 콘크리트의 표면은 차츰 냉각되어 수축 균열이 발생하게 된다. 이것은 댐이나 교량의 하부 구조와 같은 매스콘크리트 구조물에서 자주 발생한다.

둘째는 미리 타설한 구속력이 큰 콘크리트에 접하여 새로운 콘크리트를 타설할 경우에 새로 타설한 콘크리트가 수화열에 의해 팽창한 후 시간의 경과에 따라 수축하려 할 때 미리 타설한 콘크리트에 의해서 구속되어

타설 이음 부분에 균열이 발생하는 경우이다. 이러한 양상의 균열은 웅벽, 지하철과 같은 박스형 구조물의 벽체에서 자주 발생한다.

2.2.3 주변 온도 변화에 의한 균열

콘크리트 구조체의 온도 변화 원인에는 시멘트 수화열에 의해 온도가 상승하고 강하하는 경우 이외에도, 대기 온도의 일교차 및 연교차에 의해 생기는 환경적인 요인과 공장의 굴뚝과 같이 특수한 조건에 인위적으로 열이 가해지는 경우가 있다. 이 경우 대기 중의 온도가 변화하면 콘크리트가 신축되어 구조물의 형상이나 체적을 변화시킬 수 있는데 이러한 변형이 구조물에 의해 구속되면 균열이 발생하게 된다. 특히 라멘이나 아치 등과 같은 부정형 구조물에서는 외부 온도 변화로 인한 신축 때문에 온도 응력이 크게 발생한다. 또한 화재와 같은 인위적인 요인에 의해서 급격한 온도 변화가 있을 경우에는 콘크리트 내외부의 구속에 의해서 균열이 발생하게 된다.

2.2.4 알칼리-골재 반응에 의한 균열

알칼리 반응성 광물을 함유한 골재를 반응성 골재(reactive aggregate)라 한다. 알칼리-골재 반응(Alkali-aggregate reaction)이란 콘크리트의 수산화 알칼리를 주성분으로 하는 세공 용액(알칼리 금속 이온 Na^+ , K^+ , 수산화 이온 OH^- 가 용출되어 있음)이 골재 중의 알칼리 반응성 광물과 반응하는 화학 작용을 말한다. 알칼리-골재 반응 과정에서는 반응 생성물(알칼리 실리카겔, Alkali silicate gel)의 생성과 흡수에 동반되는 부피 팽창에 의하여 콘크리트에 균열이 발생하게 된다.

그림 2.5는 무근 콘크리트로 만든 방파제이며 거북이

등과 같은 불규칙한 균열이 발생하였다.



그림 2.5 무근콘크리트 방조제의 균열

2.2.5 황산염의 침해에 의한 균열

콘크리트가 나트륨, 칼륨, 칼슘 및 마그네슘과 같은 황산염을 함유한 지하수나 흙에 접하여 황산염에 노출된 경우 반복된 건습 과정을 거쳐 주위 환경에 의해 상당량의 황산염이 콘크리트에 축적된다. 이 경우 콘크리트 내에 축적된 황산염의 화학적 반응에 의한 결과로서 에트링가이트(ettringite)가 생성되고 이에 의해 체적이 팽창하여 콘크리트에 응력이 발생하게 된다. 여기서 발생된 팽창 응력이 콘크리트의 인장 강도를 초과하면 콘크리트 내에 균열이 발생하며, 심한 경우에는 콘크리트의 표면에 박리 현상이 발생하기도 한다.

2.2.6 철근 부식에 의한 균열

철근 콘크리트는 콘크리트와 열팽창계수가 거의 같으며 부착력도 우수한 철근을 콘크리트에 매입하여 콘크리트에 발생하는 휨응력, 인장 응력 등을 철근이 부담하게 함으로서 콘크리트가 갖고 있는 약점을 보완하는 한편 주위의 콘크리트는 철근의 약점인 부식을 보호하는 우수한 내구성을 가진 복합 재료이다. 그러나 콘크리트 구조물의 외부 환경 또는 콘크리트 구조물 자체

적 원인으로 인하여 콘크리트 내부에 일정량 이상의 염화물 이온이나 산성 음이온이 존재하게 되면, 철근 주위의 부동태 피막이 파괴되고 철근은 부식되기 쉬운 상태가 된다. 콘크리트 내부의 철근이 부식되면 철근 자체의 단면이 손실되어 구조물의 전체 강도가 저하될 뿐 아니라 철근의 체적이 본래의 약 2.5배로 팽창하여 그 팽창압으로 인해 균열을 발생시키게 된다. 균열이 발생하면 산소나 물의 공급이 용이하게 되어 철근의 부식이 촉진되고 결국은 피복 콘크리트가 탈락하여 구조물의 내구성이 현저히 감소하게 된다. 철근 부식을 일으키는 주요한 요인으로는 염분의 침투, 중성화가 있으며, 이외에도 미주전류에 의한 전식(electric corrosion) 등이 있다.

2.2.7 동결융해에 의한 균열

콘크리트 구조물은 자연적·인위적인 온도의 상승 및 강하로 인하여 콘크리트 내부의 온도가 간극수의 동결점 아래에서 그 이상으로, 동결점 이상에서 그 이하로 떨어지는 온도 변화가 있을 때 구조물 성능 저하의 원인이 되는 동결 융해 작용(freezing and thawing)을 받게 되는데, 간극수가 동결함으로써 약 9.1%의 체적 팽창이 생기고 이로 인해 팽창 압력이 생기게 되며, 이 때 동결되지 않은 잉여의 간극수의 확산에 의해 팽창압력이 생긴다.

기후가 추운 지방일수록 콘크리트 구조물의 동결 융해에 의한 균열의 발생은 일반적이며 더욱이 구조물 제작 시 동결 융해에 대한 방지책이 이루어지지 않았을 경우에는 더욱 심한 손상을 입을 수도 있다. 따라서 동결 융해 작용에 의한 균열이 발생하거나 이것이 예상되는 경우에는 이에 따른 적절한 조치가 필요하다. 그림 2.6은 철근콘크리트 기둥에서 동결로 인한 골재의 탈락

에 대한 예를 나타낸 것이다.

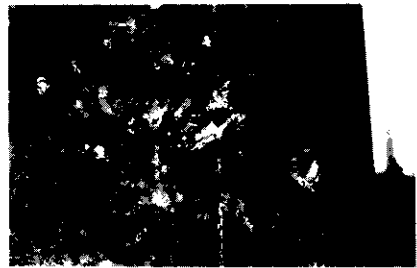


그림 2.6 철근콘크리트 기둥에서 동결로 인한 골재의 박리탈락

2.2.8 구조적 원인에 의한 균열

앞에서 설명한 균열들은 모두 외부 작용 하중과 직접적인 관련이 있는 것은 아니다. 그러나 실제로 철근 콘크리트 구조물에서 인장력을 받는 콘크리트는 인장한계 변형을 초월하면 균열이 발생한다. 과다한 재하 하중, 기초의 침하, 근접 시공에 의한 외력 등 설계 하중 이외의 외력을 받으면 비교적 큰 균열이 발생한다. 외부 하중에 의한 균열은 하중의 크기, 철근의 피복 두께, 철근의 배치 등에 따라 영향을 받으며 하중의 크기가 커질수록 균열의 폭은 더욱 커지게 된다. 따라서 하중의 증가에 따른 균열 폭을 예측하고 발생된 균열이 초과 하중에 의한 균열인지 구조 계산을 통하여 규명되어야 한다. 균열을 일으키는 구조적 원인의 대표적인 예는 다음에 열거된 바와 같다.

- 구조물의 부등 침하로 인한 균열
- 집중하중 작용부의 균열
- 모서리 부분의 응력집중에 의한 균열
- 내력부족·초과하중으로 인한 균열
- 휨부재의 균열
- 전단력에 의한 균열

-비틀림 하중에 의한 균열

3. 콘크리트구조물의 균열에 의한 누수

3.1 균열누수 원인

콘크리트는 비교적 고밀도 다공체이지만 그 구성체의 배합비 다양성으로 인하여 내부 공극의 형상, 크기, 분포 등이 현저하게 변화한다. 내부공극의 종류에는 시멘트의 젤공극, 모세관공극, 골재 아래의 공극, 연행공기 등이 있고, 기타 갇힌 공기에 해당하는 불규칙형 공극이 있다. 이들 공극은 서로 연결되어 물길을 형성하고 있기 때문에 콘크리트의 투수 메커니즘은 아주 복잡하다.

콘크리트 속의 물의 흐름은 크게 가압투과류, 가압침투류, 모세관침투류로 분류한다. 가압침투류가 콘크리트 속을 통과하여 반대면으로 유출되는 경우 이를 가압투과류라 하며, 건조한 콘크리트에 물이 접하여 물과 공극의 경계면에 생기는 표면장력에 의해 모세관 내에 흐름이 발생하는 것을 모세관침투류라 한다. 이는 균열이 발생하지 않은 건전한 콘크리트의 경우에 해당하는 것이며, 실구조물에는 앞의 2장에서 나타낸 바와 같이 많은 균열이 존재하고 이로 인하여 콘크리트 내부의 물길은 건전한 콘크리트 보다 훨씬 커지게 된다.

3.2 누수 사례

작용수압이 큰 대심도의 지하구조물, 즉 지하철구조물, 전력 및 통신구, 대형건축물의 지하구조, 그리고 대형수조구조물, 즉 상수도 및 하수처리 시설, 그리고 펌

프장 등에서는 균열발생으로 인한 누수가 큰 문제가 되고 있다.

그림 3.1에서 그림 3.4는 각각 지하철의 환기구 접속부 및 환기구 벽체, 벽체시공이음부와 벽체에서 발생한 누수 현상이다. 그림 3.5에서 그림 3.6은 각각 건축물 천장과 배관에서 발생한 누수를 나타내고 있다.

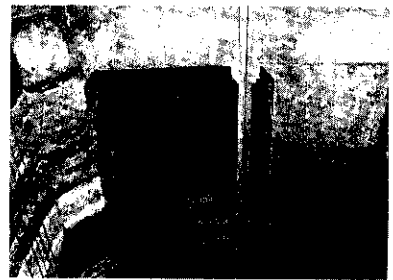


그림 3.1 지하철 환기구 접속부 누수

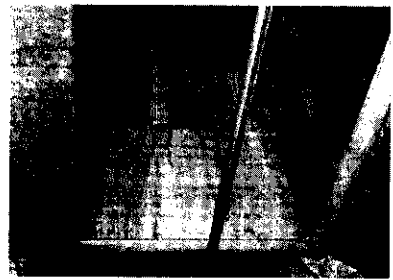


그림 3.2 지하철 환기구 벽체 누수

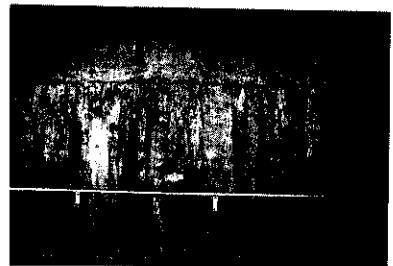


그림 3.3 지하철 시공이음부 누수

특
별
기
고



그림 3.4 지하철 벽체 누수

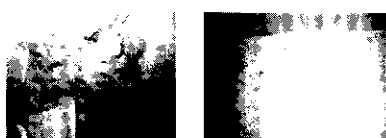


그림 3.5 건물천장 누수



그림 3.6 배관누수

3.3 누수 대책

3.3.1 설계시 주의점

수밀성이 요구되는 콘크리트 구조물에서는 수밀 콘크리트로 설계되어야 하고, 특히 설계과정에서 균열이 최대한 억제되도록 해야 한다. 따라서 콘크리트 구조물 설계자는 해당 구조물에 관련하는 온도변화, 건조수축, 지반의 부등침하 등을 충분히 조사하고, 이에 대응한 콘크리트 배합과 철근배근을 충분히 고려하여야 한다. 또한 사용과정에서 발생하는 철근의 인장응력을 작게 제한하거나, 적당한 간격의 신축줄눈을 만들고 이어붙

이기를 제시함으로써 누수를 일으킬 수 있는 유해한 균열이 발생하지 않도록 설계하여야 한다.

3.3.2 시공시 주의점

물에 접하는 콘크리트 구조물에서는 필요에 따라 반드시 방수공 또는 배수공을 고려해야 한다. 특히 터널이나 지하철과 같은 지하구조물에서는 배수공에 초점을 두어야 한다. 즉 지하구조물에서는 수압이 본체에 작용하지 않도록 배수공을 완비하여 구조본체의 수밀성을 확보해야 한다.

또한 시공상의 문제를 고려하여 프리캐스트 콘크리트 구조로 시공하는 경우에도 적절한 방수공이 필요하다.

3.3.3 누수보수공법

콘크리트의 누수는 구조물의 기능장애와 성능저하의 원인이 되므로 누수방지 및 방수대책을 수립할 경우에는 가능한 모든 인자들을 고려하여 공법을 선정하는 것이 중요하다.

한편, 시공이음, 줄눈 등과 같이 구조물의 수축·팽창 작용에 의하여 누수발생이 필연적인 부분의 경우 일부 누수를 허용하여 유도배수를 시행하는 방법도 있다.

(1) 주입공법

① 전면 주입공법

전면주입공법은 누수부위의 크고 작음에 관계없이 균열 및 공극 등 누수 위치가 확실한 경우에 적용하는 공법이다. 누수가 경미하게 발생하는 곳은 공극의 상태가 적다는 것을 의미하고, 누수가 다량으로 발생하는 곳은 균열의 폭이 크거나 동공의 상태가 많다는 것을 의미한다. 누수 발생 위치는 시공조인트, 콜드조인트 및 콘크리트 타설시 수밀치 못한 부위에서 많이 일어날

수 있다.

이러한 부위에 대한 지수법은 콘크리트를 철근이 위치한 피복까지 U, V컷팅을 하거나 칩핑을 하여 수밀치 못한 공극 부위를 제거한 후 누수부위에 따라 주입관을 설치하고 부착력이 좋은 고강도 모르터로 패칭한다. 그리고 적절한 주입재로 그라우팅을 하면 누수되는 유로가 메워져서 방수가 된다.

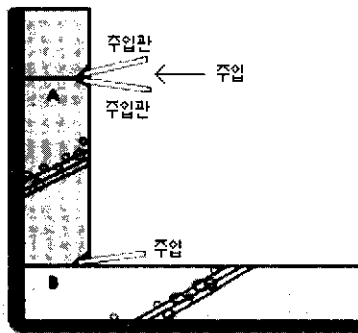


그림 3.7 전면주입방수 공법

② 배면 주입공법

배면 방수 주입공법은 누수면적이 넓으면서 누수발생 위치가 불분명하고 산발적으로 스며 나오는 누수문제에 대한 보수·보강 공법이다.

배면 방수 시트가 파손되거나 배면의 방수상태 불량으로 지하수가 침투되어 구조물 내부로 누수가 발생할 때 구조물 내부에서 구조체를 토사층까지 천공, 주입하여 배면토사층을 고결시키고 지하수 유속이 없도록 지반을 불투수층화시켜 배면의 파손된 방수층을 보호하게 된다. 또한 배면에 주입된 그라우트의 주입압과 지하수로 인한 수압이 구조물에 대한 침투 압력을 증가시켜 수밀치 못한 콘크리트에서 각종 누수 원인에 따라 배면 그라우팅 주입액이 구조물 내부로 유입되어 그라

우트에 의하여 유로가 막혀 공극이 충전되므로 수밀 콘크리트가 되어 방수가 되는 것이다. 그림 3.8에 배면주입방수 공법의 개요를 나타내었다.

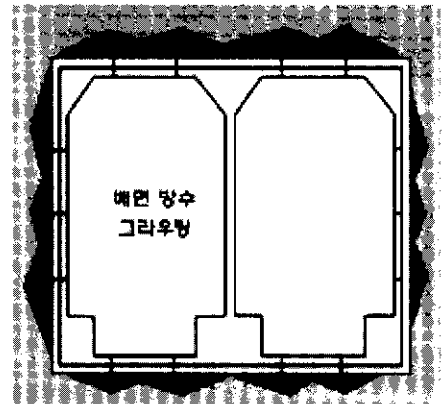


그림 3.8 배면주입방수 공법의 개요

③ 충전 주입공법

충전 방수 주입공법은 수밀치 못한 콘크리트 구조물의 표면에 부분적으로 스며 나오는 누수에 대한 보수공법이다. 콘크리트 구조체의 공극 또는 유로에 주입재가 확산되어 유로차단에 의한 방수효과와 강도증진의 효과를 얻을 수 있다. 이 공법은 주입구 설정을 천공으로 하는 것이 특징이다. 시트 방수공사시 구조물 벽체와 시트방수지의 접착이 되지 않고 공극이 발생되어 유로가 형성될 때 그 유로와 누수가 될 방수하자 부위까지 공극을 충전시키며 또한 시트 파손 부위로 주입액을 유출시켜 누수를 막도록 주입하는 것으로 주로 거푸집 연결부위를 따라 누수 유로가 나타난다. 이러한 누수 부위에는 주입구 설정이 불가능하므로 코어드릴로 방수 시트 앞까지 구조체를 관통하여 천공한 후, 주입액이 유로를 따라 주입되도록 유도한다. 또한 누수원인이 분명하고 국부적으로 누수가 발생하여 누수량이 소량일 때는 구조물과 같은 두께의 깊이 만큼 드릴로 천공을

한다. 주입약액이 강도와 내구성을 요구하고 공극이 클 때는 마이크로 시멘트를 사용하나, 차수를 요구하고 공극이 적을 때는 레진(우레탄)으로 주입을 하여 물과 만나 팽창하면서 미세한 누수경로를 효과적으로 지수할 수 있는 공법으로 주입한다. 이 공법은 상황에 맞는 누수 형태에 단독으로 사용되지만 전면주입공법 및 배면주입공법의 보완 공법으로 마무리 작업시 적용하기도 한다. 그림 3.9에 충전주입방수 공법의 개요를 나타내었다.

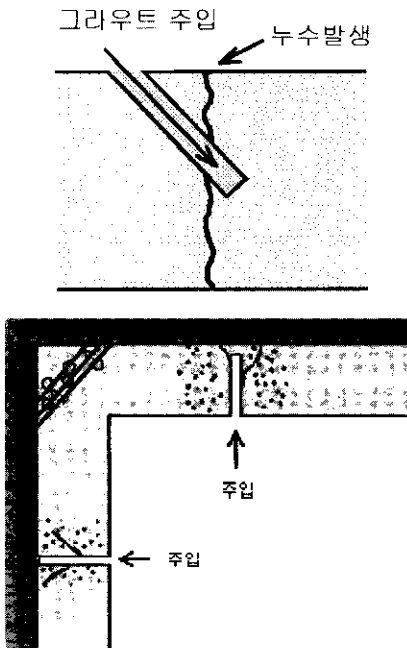


그림 3.9 충전주입방수 공법

(2) 줄눈실링공법

줄눈에는 지수판을 가진 신축줄눈, 수축줄눈, 시공줄눈, 콜드조인트, 하중전달기능을 가진 줄눈 등이 있고, 이들의 누수방지공법도 목적에 따라 상이하다. 지수판을 가진 줄눈에서는 조사나 보수를 위한 접근이 어려워 누수원을 찾기 힘든 경우가 많다. 적용공법에는 압력주

입, 고무계방수시트 공법이 있다. 대책을 수립할 때에는 압력수두, 압력방향, 줄눈에서의 이동, 줄눈의 구조적 연속성, 기존 지수판의 종류, 줄눈의 결합형태, 줄눈 폭, 보수후 수명, 전면과 배면의 접근성 등을 고려해야 한다. 이 공법에는 그림 3.10의 압력 실링공법과 신축이음장치의 방수에 사용하는 줄눈실링공법인 그림 3.11이 있다.

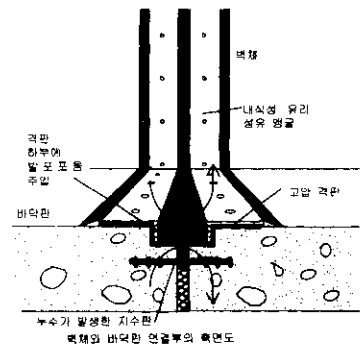


그림 3.10 압력 실링 공법

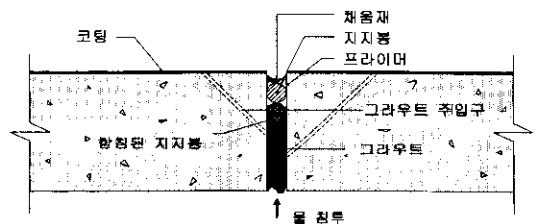


그림 3.11 줄눈 실링 공법

(3) 방수공법

방수시스템을 주로 공법에 따른 분류와 재질에 따른 분류로 나눌 수 있는데, 일반적으로 우선 공법에 따라 1차 분류한 다음, 재질 즉, 재료의 구성성분, 화학적 특성, 형태 등에 따라 2차 분류를 한다. 방수공법의 분류는 일반적으로 시트식, 도막식 및 침투식 3종류로 구분된다.

재료의 화학적 특성에 따르면 열경화성 또는 열가소성, 개질 또는 비개질, 강화 또는 비강화 등으로 구분할 수 있다. 열경화성 재료는 시공시의 화학반응을 통하여 일어나는 첫 영구 경화 이후, 온도의 변화에 따른 점성 변화가 거의 일어나지 않는 재료를 의미한다. 열경화성 재료는 고온 처리된 고무판과 에폭시, 폴리에스터, 폴리우레탄, 아크릴계 및 황화물 중합체 수지 등과 같은 물질로 만들어진 여러 가지 수지계열의 액상막 등을 포함한다. 반대로 열가소성 재료는 화학반응을 통하여 영구적으로 고형화되는 것이 아니고, 온도의 변화에 따라서 점성이 변화되는 것이다. 열가소성 재료는 콜타르, 아스팔트 그리고 고무나 플라스틱 등을 포함한다. 아스팔트 방수막에 채움재의 사용이나 수지에 콜타르의 첨가 등과 같이 방수막 재료에 성질변화에 영향을 줄 수 있는 상당량의 2차적인 재료가 포함되었을 때 방수막이 개질된 것으로 간주한다. 경화를 촉진시키기 위한 목적으로 첨가되는 재료나 시공의 편의성을 위해 첨가되는 용제나 유제는 개질재로 간주하지 않는다. 방수막에 섬유나 연속판의 결합을 강화될 것으로 간주하는데, 이러한 예로서 유리섬유, 폴리프로필렌 또는 나일론 섬유 그리고 폴리에틸렌판 등이 있다. 불연속적인 섬유는 강화재라기 보다는 채움재나 개질재로 간주한다.

① 시트식 방수공법

공장에서 제조한 미리 성형된 롤(Roll)이나 판(Board)을 지칭하는 것으로서, 연속적인 방수층을 형성하기 위하여 교량상판에 접착시키는 재료를 의미한다. 즉, 합성고무나 수지, 플라스틱, 아스팔트 등을 주원료로 적층 성형한 얇은 시트를 접착제나 토오치(Torch)를 사용하여 모체에 방수층을 형성하는 공법이다. 우리나라에서는 1970년초부터 미국, 일본 등으로부터 시트를 수입

하여 사용되어 왔고 최초 지하철 2호선 공사에 대량 사용되기 시작하면서 시트방수가 본격적으로 등장하게 되었다.

시트식 방수재는 성분 및 제조방법에 따라 여러가지로 구분할 수 있다. 그러나 일반적으로 시트의 성질은 사용하는 재료에 따라 좌우되고, 동일 재료를 사용해도 시트를 제조하는 과정에서 배합, 제조방법의 차이로 인해 성질이 다르게 나타나므로 시트 제품의 선택에 각별한 주의가 필요하다.

종래의 아스팔트방수는 재료 자체에 신축성이 없기 때문에 바탕 콘크리트에 미세한 균열이 생겨도 방수층이 파괴되며, 누수를 일으키는 결함이 있었는데, 시트방수는 석유화학산업의 발달에 따라 아스팔트에 신축성이 있는 원료를 합성시켜 시트화 시킨 것이다.

시트는 도배식 방법으로 시공하기 때문에 시트 상호간의 접착과 시트와 바탕과의 접착이 불충분하면 방수기능을 발휘할 수 없다. 따라서, 접착제의 품질이 시트방수공법의 중요한 포인트라고 할 수 있으며 최근 고분자화학의 진보에 따라 접착제도 다양하게 개발되고 있다.

② 도막식 방수공법

도막방수 공법은 콘크리트 표면에 적용되어 방수막을 형성하는 습식 또는 화학적 경화액을 지칭하는 것으로서, 시트방수 공법과 거의 비슷한 시기인 1970년대 후반부터 사용하기 시작하여 석유화학 공업의 발전과 그것을 응용한 합성고분자 화학의 발전에 따라 최근에 수요가 급증하고 있다. 도막방수 공법의 공통적인 개발동기는 시트방수의 결점도 보완하는 것을 핵심으로 개발된 공법이다. 특히 건축분야에서 건축물의 다양화, 고층화, 기능의 복잡화, 주변 환경으로 받는 제약 등 방

수에 대한 요구도 다양한 양상을 나타내던 중에 도막방수가 갖는 장점을 인식, 평가하게되어 서서히 그 지위를 확립해가고 있다. 도막방수제는 크게 고무계, 역청계와 수지계로 구분될 수 있다.

도막방수제의 특징은 방수재를 도포하여 방수층을 형성하기 때문에 복잡한 부분이나 수직부위의 시공이 용이하고 신속하며 내약품성 및 접착성이 우수하다. 수용성일 경우 바탕에 약간의 수분이 있어도 시공이 가능하고 공정수도 적다. 또한 신축성이 있기 때문에 바탕면의 미세한 균열도 견딜 수 있고 누수시 결합 발진이 용이하며 국부적으로도 보수가 가능하다. 최근에는 액상형의 고분자 재료와 무기질 재료를 혼합한 도막재료가 서로의 장점을 살려 도막층의 내구성, 접착성, 강도, 신축성, 내균열 저항성 등을 보강한 공법이 등장하고 있다.

③ 침투식 방수공법

발수형 방수공법

우리나라에서는 일반적으로 침투식 방수를 발수제 방수라고 칭하기도 한다. 과거 교량 바닥판 등의 방수 시공에 주로 사용해왔던 실리콘을 강력한 용제로 용해한 액상 침투 방수제는 발수제의 일종이다. 발수란 물에 젖지 않고, 물을 거부하여 튕겨낸다는 것을 의미한다. 연꽃의 잎은 물방울을 데굴데굴 떨어뜨리지만, 건조한 자면은 즉시 물방울은 흡수해 버린다. 이와 같이 물에 좀처럼 젖지 않는 것과 젖기 쉬운 것이 있는데, 그 원리는 접촉각 혹은 표면장력이 작용하기 때문이다.

자기치유형 표면하부처리 방수공법

자기치유형 표면하부처리 방수공법은 콘크리트에 존재하는 모세관 공극에 방수제가 침투하여 화학반응을

일으켜 불용성, 난용성 물질을 형성하여 공극을 충전하므로 조직을 치밀화시켜 콘크리트와 철근에 유해한 성분의 침투를 막아주는 시스템이다. 이는 콘크리트 표면 하부에 방수층을 형성하므로 표면에 방수막을 형성하는 일반적인 침투식 방수시스템과 다르다.

콘크리트 속에는 여러 가지의 공극이 존재하고 그 중에서 모세관 공극이 대부분을 차지하고 있다. 그 크기는 대략 $1/500 \sim 10\mu\text{m}$ 정도이고, 가늘고 긴 것에서 평평한 것까지 연속 또는 불연속의 공간으로서 존재하고 있다. 이 모세관 공극은 물시멘트비에 크게 영향을 미치는 것으로 물시멘트비가 큰 것일수록 모세관 공극은 많아진다. 예를 들어 재령이나 물시멘트비, 양생방법 등에 따라 다르지만 보통 콘크리트에서 $0.1 \sim 0.2\text{cm}^3/\text{g}$ 의 공극이 존재한다. 따라서 이러한 경우 콘크리트에 높은 수압이 걸리면 누수 현상이 발생하게 된다.

자기치유형 표면하부처리 방수제는 이와 같이 콘크리트의 표면에 살포되므로 콘크리트 자체가 가지고 있는 모세관 공극을 충분히 침투, 반응, 충전시켜 콘크리트 자체를 치밀화시키는 기능을 가지고 있다.

이 방수공법의 방수효과는 물을 매체로 해서 일어나기 때문에 방수 시공전에는 콘크리트에 충분히 살수하고 모세관 공극을 물로 채워둘 필요가 있다. 만약, 콘크리트가 건조상태가 되면 이 반응은 미반응(未反應)의 상태에서 정지하고, 다시 물이 있으면 화학반응의 매개가 되어 결정화 반응도 재개하게 된다.

또한, 방수효과는 단기간에 끝나는 것이 아니라 물이 존재하는 한 계속적으로 반응이 일어나므로 시공후 초기의 누수가 서서히 감소해 마침내는 완전히 멈추는 것으로 이 현상은 도포 방수제의 전형적인 효과이다.

④ 시멘트(액체) 방수공법

시멘트(액체) 방수공법은 오랜 역사를 가지고 있는 방수공법으로서, 우리나라에서는 1910년대에 등장한 것으로 추측된다. 당시는 방수라고 하면 아스팔트 시트 방수 뿐이었지만 액체방수도 급속하게 수요가 늘어 제조사도 많아지고 제품도 다양해졌다.

일반적으로 이 공법은 모르터에 무기 또는 유기계의 혼화재료를 섞어 흡수, 투수에 대한 저항성을 높임으로써 방수 성능을 갖도록 한 방수 모르터를 가리키는 것으로서, 모르터 방수라고도 불리고 있다.

특 별 기 고

4. 결 언

본 소고에서는 콘크리트 구조물의 시공시 및 시공 후 사용중에 발생하는 균열과 누수에 대하여 그 원인과 발생 메커니즘 및 대책 등에 대하여 포괄적으로 고찰하였다. 콘크리트 구조물의 균열과 누수는 구조물의 하자문제로 취급되어 시공자나 설계자 및 감리자에게 많은 어려움을 가져다준다. 따라서 가능하면 시공중에 완벽한 품질관리와 합리적인 시공대책 수립으로 균열발생의 소지를 최소화하도록 해야 한다. 그러기 위해서는 균열발생의 정확한 메커니즘과 그 대책을 알아야 한다. 따라서 본 고는 이러한 관점에서 콘크리트 구조물의 시공 중 균열, 사용중 각종 환경요인에 의한 균열, 하중요인에 의한 균열, 그리고 누수문제 등에 대하여 요약하여 기술하였다.

끝으로 본 소고가 관련분야의 엔지니어 및 기술자들에게 유익한 역할을 할 수 있기를 기대하며 이 글을 맺는 바이다.

건축공사 하자 유형 및 사례 분석

건축사업본부 고객지원팀

개 요

최근 국민의 의식증대와 함께 그동안 공급자위주로 관리된 수동적 하자방식이 고객 중심의 적극적인 하자보수로 변하면서 공동 주택 하자와 관련된 분쟁은 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 오피스 등 다른 건축공사에서 발생한 하자에 비해 공동주택에서 발생한 하지는 업체의 금전적 손실과 함께 이미지 손상까지도 가져온다는 점에서 하자를 미연에 방지하기 위한 임직원의 노력이 절실히 요구되고 있다.

이에 본고에서는 공동주택 하자관리의 전반적인 흐름과 향후방향을 살펴보고 반복되는 하자의 재발방지를 위해 하자유형별 발생현황과 사례를 분석하였다.

1. 국내 하자관리의 흐름 및 현황

1990년대 초반 정부의 주택공급 확대 정책에 따라 공동주택이 급속히 증가하면서 건설업체에서는 공동주택의 품질 확보를 위한 활동을 활성화하기 시작하였다. 하자관리는 이 시기부터 각종 운영 기법의 개발과 전문 인력 확보를 위한 준비를 시작하였다.

하지만 당시까지만 해도 주택시장의 중심은 공급자인 건설업체였으므로 하자관리는 건설업체가 법에 제시된 기준에 맞춰 최소한의 하자보증책임 한도 내에서만 보수기준과 범위를 설정·운영하여 왔다.

그러나 IMF로 인하여 건설경기가 침체된 1997년 후반에는 건설업체의 잇따른 도산과 구조조정의 여파로

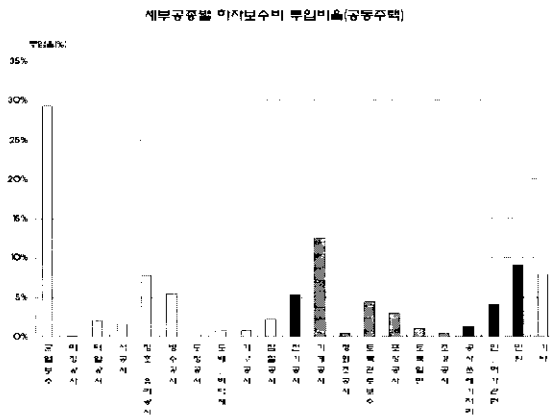
하자관리조직이 축소 또는 폐지되었다. 이로 인해 그나마 구축되기 시작하였던 품질관리와 하자보수조직이 축소 운영되고 각종 운영개선제도가 폐지되었으며 이는 하자관리의 지속적인 발전을 더디게 하였다.

이러한 과정에서 고객들은 건설업체의 도산으로 하자보수 이행이 어렵게 되자 하자로 인한 불편과 재산상 손실을 최소화하기 위해 각 보증보험사에 하자보증금 청구소송을 제기하게 되었고 이후 언론의 영향과 각종 시민단체의 활동으로 사회 전반적인 이슈로 발전함으로써 유사소송이 크게 증가하였다.

한편 고객의 전문성 부족으로 하자조사업무를 대행하는 하자조사업체와 하자보수업체가 급격히 증가하였으며 하자관련 시민단체의 활동으로 고객의 하자에 대

2.3 입주후 5년~10년차 하자

5년차 및 10년차 하자중 가장 큰 하자유형은 내력구조부에 대한 하자로 하자발생율에 비하여 하자보수투입비는 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 실제 콘크리트 균열보수는 3년차에 대다수 보수가 종료되고 있으나 최근 구조물의 안전을 이유로 10년차 종료 직전 균열보수를 요청하는 사례가 점차 증가하고 있으며 공동주택 관리령에 하자보수책임기간이 10년으로 제안된 공동주택의 붕괴, 안전진단 실시결과 구조물의 붕괴우려가 있는 경우가 아니라 할지라도 자체 유지관리차원의 일반적인 균열보수까지 요청하는 경향이다.



3. 하자 유형의 변화 및 추세

고객의 생활수준과 의식수준이 점차 높아지면서 일반적인 하자사항은 당연히 건설업체에서 처리해야 할 사항으로 자리잡았으나 일부 민원성 하자 등에 대하여는 아직까지 고객과의 거리를 좁히지 못하고 있는 것이 현실이다. 이에 따라 하자조사를 실시하여 협상수단으로 악용하는 경우가 빈발해졌으며 건설업체에서 보았

을 때 불필요한 소송과 분쟁이 증가하고 있다. 더불어 환경에 대한 중요도가 커짐에 따라 환경관련 민원이 증가하고 있으며 층간소음, 악취, 진동, 조망권 확보 등 민원성 하자의 발생빈도도 점차 증가하고 있다.

그동안 대다수 건설업체는 시공상의 하자사항에 대하여는 적극적인 하자보수를 실시해왔으나 민원성 하자에 대하여는 최소한의 대응만 해온 것이 사실이다. 하지만 점차 변화하는 사회적 추세에 맞춰 사전에 하자발생을 낮추고 민원을 최소화하는 건축평면 및 시공법 개발과 재료의 적용으로 고객의 욕구를 충족할 수 있는 기획된 제품을 개발하여야 하며 계획 및 분양초기부터 사후관리까지 일관된 고객관리로 고객을 중심에 놓고 운영되는 시스템의 구축과 지속적인 유지가 필요하다고 본다.

4. 하자사례분석 및 재발방지

이와 같이 하자의 흐름과 추세를 정리하면 건설업체의 측면에서는 고객 중심의 정책에 발 맞추기 위해 하자관리에 많은 개선과 변화가 있어야 하며 정부차원에서 하자보증제도 전반에 걸친 재검토로 각종 분쟁을 줄일 수 있는 방안을 모색하여야 하겠다.

공사비와 하자발생율과의 연관성을 분석한 각종 자료에 의하면 계획보다 공사비를 더 투입하는 것이 하자를 줄이지는 못하며 얼마나 경제적으로 적절하게 집행되었느냐가 하자발생과 관계가 있다고 한다. 또한 반복경험이 많은 공정 중 관리자의 관심이 많이 집중되는 중간층의 하자발생이 적으며 하층과 상층의 하자는 높은 것으로 나타났다.

이러한 결과를 놓고 볼 때 관리자의 관심이 하자를 줄여주는 가장 좋은 방법이라고 판단된다. 또한 쉽고

경제적인 방법중 하나가 현장공사담당자들의 당사 하자사례의 분석을 통해 동일 하자의 발생을 방지하는 것이라고 본다. 빈번하게 반복되어 나타나는 하자사례에

대해 다각적으로 분석한 후 현장 공사업무에 적용함으로써 초기하자의 발생률을 줄여 당사 이미지 및 경제적 손실을 최소화하여야 하겠다.

하 자 사 례 분 석

공사명 욕실 벽체 조적 및 미장공사

제 목 욕실 벽체 상부 조적 및 미장불량(파이프 주변, 천정하부 등)

원 인 분 석

개 선 및 대 책 방 안

(1)하자내용

아파트 욕실벽체 상부와 천정과와 틈처리 마감(조적/미장마감) 불량으로 인하여 세대간 소음발생, 악취발생 및 A.D 통기시 바람유입, 흡입으로 인한 욕실천정 점검구 COVER가 덜렁거리는 하자 발생

(2)원인분석

욕실벽체 조적불량

- 욕실 조적벽체(A,D부분)와 천정과의 틈처리 마감불량 A,D쪽 벽체상부 천정의 틈으로 배기시 바람의 유입 및 흡입현상 발생, 세대간 소음발생, 냄새유입 등
- 조적시 줄눈의 틈처리 마흡 욕실벽체 상부 미장 누락 및 불량
- 조적벽 상부 미장누락 및 파이프 주위 마감처리 불량으로 틈 발생
- 조적벽 상부 초벌미장시 틈처리 마흡 벽체 조적시 바탕처리 불량
- 천정의 파이프 주위 스티로폼 미제거
- 조적벽체 부분 스티로폼 및 기타 이물질 미제거

(1)문제인식

아파트 하자중 심각한 민원문제로 대두되고 있음
세대간 소음발생, 악취의 원인이 되며 하자보수시 다수의 보수공정이 필요함
(천정철거, 조적 및 미장보수후 천정 재시공)

(2)대책 및 개선

욕실 조적벽체 시공철저

- 조적벽체와 천정과의 접하는 부분 몰탈 등으로 밀실하게 틈처리 실시
- 설비 파이프 주위 마감 및 틈처리철저 벽체상부 초벌미장 시공 철저
- 욕실벽체 상부부분 틈이 발생하지않도록 초벌미장 철저히 시공
- 초벌미장시 바탕처리 철저 ➡ 스티로폼, 각재, 이물질 제거후 미장 실시 벽체조적 및 미장 확인, 관리감독 철저
- 조적/미장/타일 마감확인후 천정마감실시
벽체 배관주위, 천정틈 처리시 우레아폼, 방화실란트, 모르타 등으로 밀실하게 보수

하 자 현 황 사 진

욕실 벽 상부 미장 누락/흡발생



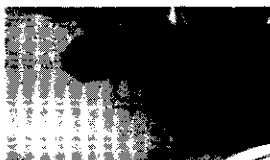
욕실 벽 상부 미장 마감 누락 및 틈 발생
➡바람 흡입, 유입 발생으로 점검구 덜렁

욕실 천정 스티로폼 미제거



스티로폼 미제거 ➡ 제거 후 마감처리 요함

욕실 벽체 상부 조적 및 미장 틈처리 불량

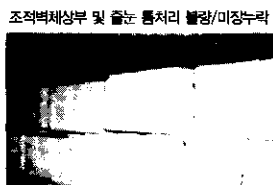


욕실 벽 상부 벽체 틈 마감불량
➡바람 흡입, 유입 및 소음발생

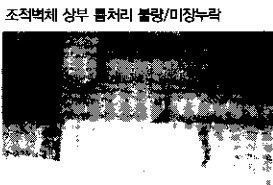
벽체 상부 스티로폼 미제거



욕실 벽 상부 스티로폼 비제거된 상태로 마감처리됨 ➡소음전달 원인



A,D 벽체 상부 스티로폼 미제거



A,D 벽체 상부 마감 불량(조적 틈, 미장마감 안됨)

공사명 철근콘크리트 공사

제 목 피복두께 부족 및 타이핀 제거부위 녹 발생

원 인 분 석

개 선 및 대 책 방 안

(1)하자내용

- 아파트 외벽 철근 노출부위 녹 발생
- 타이핀 제거부위 녹 발생
- 콘제거부위 충전부위 및 표면처리부위 빠져나옴, 박리현상 발생

(2)원인분석

- 철근 배근이 복잡하고 조밀한 부위의 거푸집과 철근 간격유지 불량으로 피복두께 미달(약 5mm이하)
- 철근 노출부위에 대한 열화 방지 처리 불량
- 일반 모르터로 견출처리
- 거푸집 타이핀부위 제거시 깊게 제거하지 않고 (약 3-4mm 깊이로 처리된 상태임) 일반 모르터 견출처리
- 거푸집 해체후 콘제거 부위 모르터 충전시 충전 불량 및 접착 불량

(1)문제인식

- 녹발생으로 전체 외벽 도장 요청
- 철근 피복두께 부족 부위 열화로 부실시공 간주
- 콘 빠져나온 부위 탈락시 사고발생우려 및 보수작업시 시공 곤란

(2)대책 및 개선

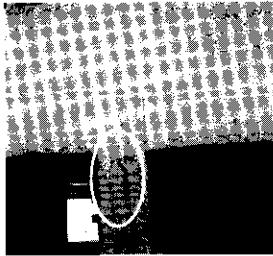
- 철근 배근시 피복두께 유지 철저 및 외벽 면하는 부위는 검측철저 (현력사는 검측완료사항이라며 책임 회피, 당사 직원 과실로 보는 사례 많음)
- 부득이 철근 피복 두께 부족부위는 우수 침투시 열화되지 않게 철근 표면 처리
- 타이핀 제거시 제거 깊이를 깊게 유지하거나 표면처리 후 마감
- 콘 부위는 충전시 모르터 접착력증가 혼화제 사용 및 표면처리(면지제거 포함)철저 충전량 철저, 누수방지

하 자 현 황 사 진

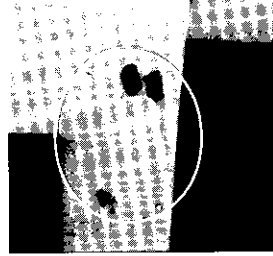
콘탈락 부위



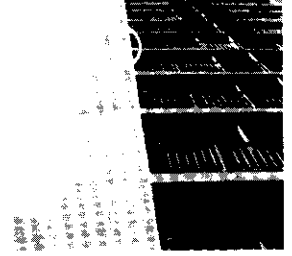
철근 노출 및 피복 부족 녹발생



녹발생 부위 및 피복 부족 부위



녹발생 부위 및 충전 균열



공사명

잡철물공사

제 목

트렌치 앵글 탈락, 변형 하자

원 인 분 석

개 선 및 대 책 방 안

(1)하자내용

- 잡철물 공사중 가장 흔한 트렌치 부위의 형 앵글 고정불량 및 탈락 하자
- 지하 트렌치 부위의 녹발생 및 도장불량
- 트렌치 커버의 누락 및 간격 불일치/변형

(2)원인분석

- 트렌치 시공시 ㄱ형 앵글의 Anchor 고정간격 미준수 및 용접 불량/ 하부 사춤 불량(콘크리트 충전 불량)으로 차량 및 중량물 동행시 마다 유동 발생으로 변형에 의한 탈락
- 지하주차장 및 기타 부위의 트렌치 시공시 시공업체간 공사범위의 불명확한 조정으로 인한 방치로 조잡 시공 발생
- 지하주차장의 경우 공사중 물이 고여있거나 습한 경우가 많으므로 사전에 녹막이 도장을 실시한 자재를 사용하여야 하나 나철 상태의 제품을 사용하여 녹 발생
- 지하주차장, 기계실의 경우 트렌치 및 구석 진 부위의 습기 및 이물질(오나류 등)을 제거하지 않고 공기가 임박하여 도장을 실시하여 녹 및 도장 박리 하자발생
- 트렌치 앵글 시공시 설치 간격 및 규격에 대한 면밀한 검토와 검측을 적기에 실시하지 않아 COVER 삽입이 불가능한 상태로 시공되자 COVER를 누락 방치 / 철판 및 그레이팅 규격이 사용하중보다 미달되어 휨 변형 발생

(1)문제인식

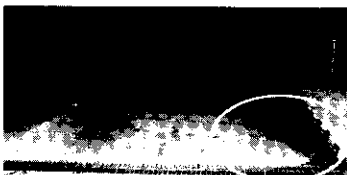
- 잡철물 공사중 다발 하자로 트렌치의 조잡시공이 많은 실정임. 트렌치의 앵글 부위 탈락으로 소음 민원이 유발되며, 주변 콘크리트의 탈락이나 균열 등의 후속 하자가 유발됨
- OPEN 트렌치와 COVER 설치형 트렌치 구간의 명확한 구분과 기능상 설치가 필요한 부위에 대한 검토 철저히 물고임 발생 및 누락, 미시공으로 오해되는 소지의 사전 방지 필요함

(2)대책 및 개선

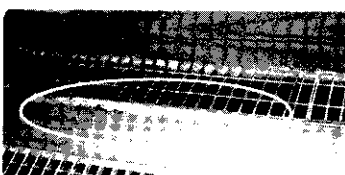
- 트렌치 부위에 대한 규격 검토 철저/ 하중적재 및 차량 유형 검토 (휨 변형여부 검토)트렌치 하부를 밀실하게 충전(필수)
- 하도계약시 트렌치하부 충전 작업에 대한 공사범위 명확하게 명기
- 트렌치 형식의 구분 (OPEN 트렌치, COVER 설치부 구분)에 따라 보강, ㄱ, L형 앵글설치 사양 구분 시공
- 트렌치 부위 콘크리트 및 철부 도장시는 약 2주전부터 물기, 이물질 오나류 등을 제거하고 꾸준히 홍보하여 도장 작업시 건조한 상태에서 작업 가능토록 관리(준공시 항시 문제발생)
- 트렌치 COVER의 설치 수량 누락과 트렌치 폭 불량으로 인한 누락, 방치, 분실 부위는 향후 재시공 사례 많으므로 시공 및 준공시 확인 철저

하 자 현 황 사 진

트렌치 용량 미달로 우수 넘침 및 배수구배불량(침수 발생)



트렌치 L형 앵글 미설치/ 하부사춤 불량(주변 콘크리트 파손)



공사명

마무리공사

제 목

골조 및 타일/미장/토공사 마무리 불량 시공사례

원 인 분 석

개 선 및 대 책 방 안

(1)하자내용

- 골조 마감 및 마무리 정리 불량
- 타일 마감의 조잡 시공/ 부착면적 부족으로 박리 하자발생
- 인조석의 들뜸과 연마 불량 오염
- 계단 및 발코니 하부 되메우기 미시공으로 침수

(2)원인분석

① 골조

- 골조 공사 후 마무리 정리 미흡과 철골 Anchor Base 상부 정리 불량

② 타일

- 마감선 높이가 불일치하자 조적으로 조잡시공
- 웅벽의 상단부 두겹 타일 마감 불량·도급 물량에 대한 이견이 주 원인이며, 발주처 및 당사, 협력업체의 물량 시비로 마감 못함
- 타일 부착 면적부족 바탕바름부족과 부착 시간경과, 두드림 부족 이 주원인임

③ 인조석갈기

- 인조석 포설전 바닥 청소 불량 및 과다건조로 들뜸/ 인조석 연마 횡수 부족 : 관리자의 관심부족으로 마무리 손질 미완료 상태에 서 준공처리

④ 토공사

- 되메우기에 대한 업체간 책임 구분이 없어 계단하부 등 되메우 기 방치

(1)문제인식

- 외부에 노출된 부위는 발주처와 이견이 있더라도 같은 비용에서 맡끔하게 정리할 수 있는 방안 모색

(2)대책 및 개선

① 골조

관리감독자의 관심과 구조기능에 대한 이해

② 타일

- 발주처와 이견발생으로 마시공시 도급금액이나 물량에 포함되지 않은 부위는 공문과 수량 산출확인서 등 기록
- 동일한 물량과 금액에서 마무리 가능한 대안을 찾아 발주처 및 감 리와 협의하여 정리
- 보이지 않는 부위에 대하여도 세밀한 시공을 하여 도급물량 시비 가 발생하였을 때 부실시공으로 몰려 불리한 조건이 되지 않게 사 전 관리
- 타일 및 미장 등 마감공사는 시공전 시험 시공을 실시하여 기능도 확인 및 표준 시공기준(품질)을 정한 후 작업을 실시하여 기능공의 의식 전환

③ 인조석갈기

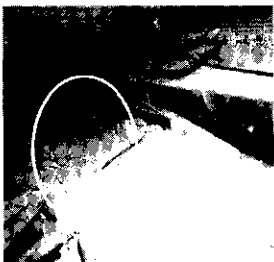
- 관리자의 지속적인 확인관리와 협력업체에 대한 자체 점검표에 의 한 준공검사

④ 토공사

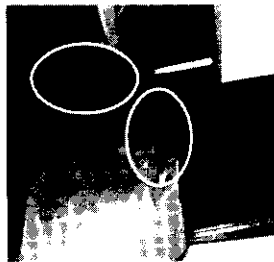
- 업체 간 책임구분 철저와 계약서 명기로 이행결과를 철저히 추적 관리

하 자 현 황 사 진

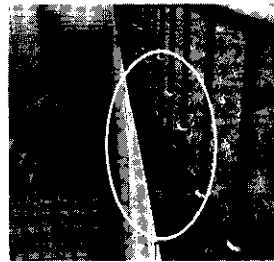
골조 브래킷 상단 베이스 시공 및 정리 불량



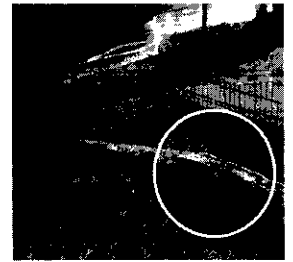
골조 브래킷 부위 균열



웅벽 두겹타일 마감불량/난간대 고정불량 (부식타일)

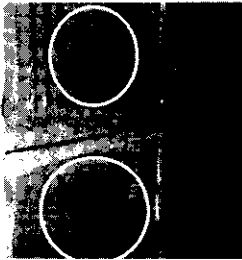


타일 후면 마감 상태 (조적 덧쌓기 후 타일 마감)



하 자 현 황 사 진

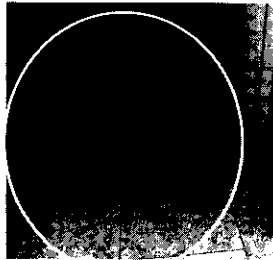
타입 부차 불량(부차면적 부족)



공사명

제 목

복도 인조석 들뜸 및 연마 불량
(건축주 표시 부위)

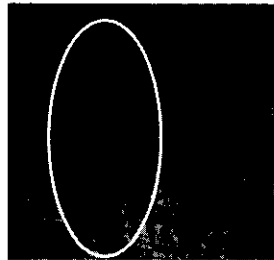


지하주차장 EXP.J 방수공사

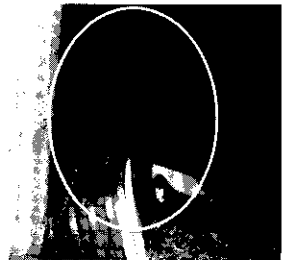
지하주차장 EXP.J 부분 누수 하자

원 인 분 석

복도 인조석 배합/연마 불량
(오염 및 미관 저해)



계단 하부 덮개우기 미시공
(어린이 안전사고 우려)



개 선 및 대 책 방 안

(1)하자내용

- 건축물의 E.J 부분 방수층 누수 및 층별 누수 유도처리 불량으로 인한 누수 현상(지하주차장, 건물외벽 등)
- 지하주차장 배수트렌치 누락 및 구배불량으로 인하여 바닥에 물 고임

(2)원인분석

- ① E.J 부분의 설계상의 문제
 - 지하주차장 E.J 부분 상세도면 미흡 → 천정, 벽체, 바닥, 기둥의 E.J 부분 자재 및 처리 상세 등
 - 지하주차장 E.J 부분 방수처리 상세도면 미흡 E.J 부분 방수처리 자재(시트 등) 및 누수 방지 위한 처리 상세미흡
 - 지하주차장 각종별 E.J 부분 방수처리 및 누수방지 위한 도면 미흡 누락(방수시트처리, 누수유도처리 SYSTEM의 몰처리방법 등)
 - 누수 유도처리 위한 트렌치 설치누락 지하주차장 B1, B2, B3층 바닥 트렌치 설치누락으로 배수처리가 안되어 주차장 바닥에 물이 고임
- ② 설계 내역 및 실행금액상의 문제
 - E.J부분 내역상 공사금액의 부족(자재의 고가), 실행금액 미반영 등으로 인하여 품질저하 원인 초래
- ③ 방수층 시공 불량
 - 주차장 옥상 바닥 E.J 부분 시트 방수손상으로 누수 발생
 - 각종 별 E.J 부분 방수처리 미흡으로 누수 발생 → 방수시트 및 E.J COVER 설치 누락의 원인 도면 및 내역에 코킹 및 후레싱처리만 되어 있어 누수에 대한 예방을 위한 누수유도 처리를 고려하여 시공되어 있지 않음

(1)문제인식

- 아파트 하자중 심각한 민원문제로 대두되고 있으며, 건물의 상습적이고 공통하자 사항임
- E.J 부분 누수 하자 발생시 시공의 어려움 및 사후 보수 공사비 과대 투입
- E.J 부분 기능및 누수방지 위하여 설계단계에서부터 내역산정, 기술검토, 자재선정 등을 충분히 고려하고 인식하여 시공시 철저한 품질관리를 하여 사후 투입비를 감소 할 수 있는 방안 수립 필요

(2)대책 및 개선

- ① E.J 부분 설계상 대책
 - E.J 부분의 설계도면을 철저히 검토 하여 현장 여건에 맞는 자재 선정 및 누수 방지를 위한 시공 상세 도면 구체화(방수시트, 바깥후레싱, 유도처리 SYSTEM 등)
 - 지하주차장 각종별 E.J 부분 바닥, 천정 등 누수 방지 및 유도처리 방안 검토
 - E.J 부분 누수 유도처리 위한 시설 구축필요 홀통, 유도배수 트랜치 등
- ② 설계 내역 및 실행금액상의 대책
 - E.J 부분의 설계내역및 공사금액을 충분히 검토후 현장여건에 맞는 공법 선정 및 공사금액을 편성하여 사후 보수비 과대투입 방지 노력.
- ③ 시공상 대책
 - 방수층 바닥 E.J 부분 누수 방지처리(방수시트 등) 시공 철저 손상 및 파손방지

④ 자재선택 불량

- E.J 부분의 온도변화에 따른 수축, 팽창 및 누수 방지를 위한 자재선택, 시공불량 등으로 인하여 누수 발생

- 협력업체의 시공능력, 자재의 우수성을 고려하여 업체선택 필요
- E.J 부분 누수방지를 위하여 2중으로 누수방지 시설 구축 (예 1차 방수처리, 2차 누수유도 처리 장치 마련)

④ 자재선택상의 대책

- 현장여건 및 공법을 고려하여 자재 선정
- E.J 부분의 온도변화에 따른 수축, 팽창 및 방수 기능의 역할을 할 수 있는 자재선택
- 내구적이고 내화학적인 자재선택

보수 사례

(1)하자내용

지하주차장 1, 2, 3층 E.J 누수발생

(2)보수방안

1) E.J 부분 방수 시트 설치

주차장 각종 별 천정, 벽, 기둥 코너 등의 E.J 부분에 방수시트 (HYPALON SHEET IT)를 설치하여 누수를 1차적 유도처리

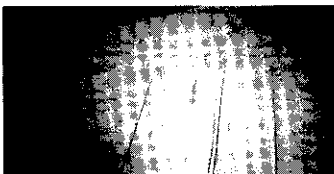
2) SST L 후레싱 마감 COVER 설치 E.J 부분의 방수시트 설치후 2차 유도처리위한 SST, L 후레싱 설치하여 1차 누수 방지

3) 트랜치 및 홈통 산설

E.J 부분 누수 유도처리를 위하여 바닥에 트랜치 및 홈통을 산설하여 집수정으로 배수 유도

하 자 현 황 사 진

지하주차장 E.J 누수 현황(벽+천장)



지하주차장 B1층 E.J 누수 현황(벽+천장)



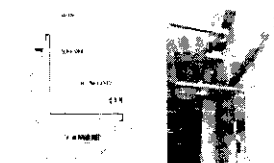
지하주차장 B1층 E.J 누수 현황
(바닥 방수층 손상)



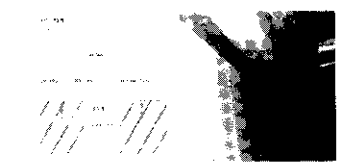
지하주차장 B1층 E.J 누수 현황
(방수층 손상)



지하주차장 E.J 부분 부분보수 현황
(HYPALON 시트 설치 +후레싱 마감)



지하주차장 E.J 부분 부분보수 현황
(HYPALON 시트 설치 +후레싱 마감)



공사명

단열공사

제 목

복도식 아파트의 결로

원 인 분 석

(1)하자내용

- 복도식아파트의 현관 문틀 주변에 발생하는 결로로 인한 마감재 오염
- 결로 발생 부위의 문틀 녹발생으로 인한 하자 및 문짝의 결로

(2)원인분석

- 복도식 아파트의 경우 현관 문틀 부위가 외기와 직접적으로 면하기 때문에 단열이 취약한 문틀 및 문틀속 모르터 사춤부위, 문틀주변 벽체로 결로 발생
- 문틀내부에 단열 모르터 및 단열재를 넣고 공을 하나 문틀고정 작업시 사춤 몰탈 부위나 단부가 단열이 부실하거나 해당부위가 단열 모르터로 덧씌우기가 제대로 시공 되지 않아 결로 발생
- 일부 문틀의 경우 내부에 단열재나 단열 모르터가 형식적이어서 단열효과가 없으며, 비어 있음(배합비 문제, 밀실도 문제)
- 실내 결로 세대의 유형 중 가장 많은 유형은 유아가 있어 가슴기와 빨래가 많은 세대와 맞벌이 세대, 난 등의 화초를 많이 키우는 세대이며, 주기적 환기를 하지 않는 세대가 대다수임

개 선 및 대 책 방 안

(1)문제인식

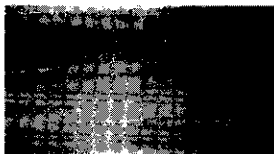
- 문틀주변 결로와 각실 결로는 설계상의 문제이거나 시공상의 문제임
- 단열 부실→열손실→에너지낭비→비용→상비 국부손실→환경오염 증가→환경보존 차원의 인식전환 필요
- 발코니, 베란다 결로→시공상의 문제 아님, 판례가 있음 → 단열 불가사유를 설명하여 이해 도모(발코니 기준 등)

(2)대책 및 개선

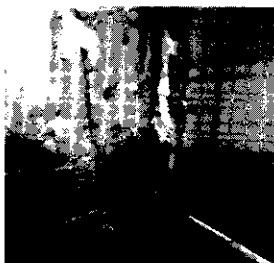
- 단열시공도와 상세도 작성 검토로 단열 누락부 및 문제예상부위 사전 점검
- 문틀내부 단열 불량부위에 우레탄폼 단열재를 주입하여 단열보완 실시
- 문틀의 방청도장을 보강하여 습기로 인한 녹발생 방지
- 문짝 내부의 단열재 성능을 철저하게 검측하여 단열성능 확보
- 문틀 내부 사춤시 단열 모르터, 단열재의 단열성능 확인 및 밀실시공
- 문틀 고정후 골조와의 틈사이 사춤시 밀실시공 및 단열성능 확보
- 벽체 단열 모르터, 단열페인트 도포시 문틀주변 및 우각부 누락없이 시공철저
- 사용자에게 대한 안내로 결로 감소 유도

하 자 현 황 사 진

출입문 상부(문틀 포함)단열처리 미비로 인한 결로 발생



벽체 단열재 시공 불량으로 결로/도배지 훼손 /출입문틀 녹발생



공사명

창호 및 석재 공사

제 목

현관 입구 창호 하부 바닥 석재 침수

원 인 분 석

개 선 및 대 책 방 안

(1)하자내용

- 현관 입구 창호(커튼월) 부위 하부석재가 우기시 침수 변색되는
하자로 장마철 누수 및 석재의 영구 변색을 초래함

(2)원인분석

- 현관 입구 바닥 구조물 공사시 물경사가 건물방향으로 시공되거나
나 평행하게 시공되어 물이 건물쪽으로 침입
(물 장시간 정체: 변색, 백화)
- 바닥석재 시공시 건물탈 사용으로 하부몰탈 밀실도가 떨어져서
우수 차단 안됨: 백화 및 녹발생 유발됨
- 석재 줄눈 밀실 시공이 안됨: 틈사이로 물 유입되어 석재 침수
- 창호(커튼월) 하부 충전불량: 밀실한 충전 안됨
- 방수턱 미설치: 설계누락 및 시공누락

(1)문제인식

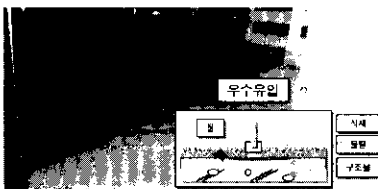
- 설계 누락시 설득하여 반영 필요(시례 활용)
- 석재 변색시 석재 전반적인 하자로 확대되므로 필히 반영 필요

(2)대책 및 개선

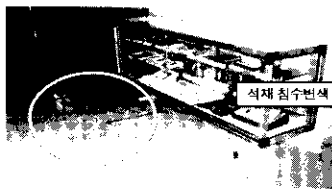
- 창호(커튼월) 하부에 방수턱 설치 창호 하부 충전시 방수몰탈 및
기타 수막 방수를 실시하여 차수를 철저히 한다. 누수 여부 확인
필요
- 구조물 시공시 방수턱 설치 및 구조체 바닥 물경사 조정 건물 밖
으로 경사 시공
- 석재 시공시 물경사 조정 철저
- 석재 시공시 창호 하부 부근의 몰탈은 밀실시공이 되도록 배합
- 이물질 청소 철저히 석재 변색 방지 (하부 이물질: 천정공사 절단
철분 및 잡철 절단 철분,용접봉 등 상부이물질: 목재(파렛트 및 기
타 잡목, 종이, 화분, 자판기, 잡철절단 불똥, 용접 불똥 등

하 자 현 황 사 진

현관 입구 부위 침수/단면도



석재 침수 변색



공사명 준공도서 관리 및 인수인계
제 목 준공도면 정리 미비에 따른 분쟁 등

원 인 분 석

(1)하자내용

- 준공 도서 정리 미비 원인분석 변경 근거의 부족으로 원상복구, 차액보상 요구 반발(설계, 시공 불일치부위 조사하는 하자전문업체 등장으로 법정 분쟁 유도 많음)

(2)원인분석

- ~ 변경부문에 대한 상시 관리안됨
- 시공과 준공도면의 불일치사항에 대한 관련 기록이 부재함(감리자 의견, 지시, 발주자 지시 등에 대한 근거기록)
- 구두 협의사항에 의한 변경시공 후 도면 및 근거 미정리
- 발주처 시설안전기술공단, 본사 제출 준공도의 상호 불일치
- 치수, 규격, 위치, 재질 변경 미수정 : 목재 천정틀규격, 바닥재 두께, 모르터 두께, 개구부 및 점검구 수량 위치, 난간대(스탈-스테인레스), 집수정, 장비반입구 커버 형태 재질, 트랜치 커버 설치부위 종류, 방화문 두께, 하드웨어 종류, 등급, 수량
- 준공후 인수인계자료 부실작업 철수 시기 등에 따른 자료정리 어려움 및 지연 등의 문제로 인수인계 부실

공사명 각종 배관 및 기구 취부
제 목 세대간 소음 민원 발생에 대한 대응제

원 인 분 석

(1)하자내용

- 전열, 공청, 방송 배관 및 기구 취부 부위를 통하여 인접세대의 소음 발생
- 조적상부 및 벽체, 바닥 균열부위 등으로 인접세대 소음 유입
- TV 소리 및 코고는 소리, 대화소리 등이 들려서 각종 민원으로 번짐

(2)원인분석

- 대다수 배관이 하나의 배관에서 분기되어 상·하부층으로 연결되어 시공되므로 소음 유입 통로가 됨
- 조적 및 미장 시 상부, 구석 부위 등에 대한 충진 불량
- 균열 부위 및 틈 사이의 발생

개 선 및 대 책 방 안

(1)문제인식

- 도면 불일치로 양심 불량 및 부실시공 의혹, 오탁유발
- 불필요한 민원으로 손실 발생

(2)대책 및 개선

- ~ 도서변경사항 발생시 변경철을 작성하여 수시로 감리, 발주자 확인 후 관리, 도면 수정 반영 : 현장소장확인 책임사항
- 준공도면 작성시 경미한 사항까지 꼼꼼히 챙겨서 문제 요소 발취, 준공도에 반영(감리, 발주자 미승인 사항 등이 발생시 협의하여 최종도면 반영)
- 사업승인도면부터 최종 준공도까지 변경 사항 관리 필요
- 경미한 사항 변경시에도 근거 자료 확보하여 기록관리
- 준공후 이관사항 및 현장 미처리 하자사항의 인수인계 철저-현황 파악불가로 하자보수 난관 및 미처리 사항 장기누락으로 고객 불만 다발

개 선 및 대 책 방 안

(1)문제인식

- 최근 층간 소음 문제 대두로 부실 시공으로 간주되는 문제의 시발점임
- 불필요한 민원 발생으로 층간 소음 문제로 비화

(2)대책 및 개선

- 시공 시 기구 설치전 배관 내부에 실링 충진 실시(단, 보수 시 제거 용이하며, 전선 부식 등이 없는 제품 사용)-시공 후 소음 발생 여부 확인, 균열 발생 부위 보수 철저(마감재 있어도 균열 보수 실시 후 마감)



토목공사 하자유형 및 사례 분석

토목사업본부 토목팀

개 요

'하자'란 공사현장에서 구조물을 설계도서에 맞추어 시공하였으나 시공중 부주의나 외적요건 등에 의해 설계조건을 충족시키지 못하고 구조물을 건설한 상태를 말한다. 이는 설계조건을 무시한 시공을 하여 품질기준을 만족시키지 못한 '부실'과 실제적인 의미는 다르다고 할 수 있으나 구조물에 대한 보수를 해야 하고 회사에 손해를 미친다는 점에서 유사한 결과를 가져올 수 있으므로 현장에서는 부실공사뿐만 아니라 하자가 발생할 수 있는 요소를 미연에 방지해야 한다.

1. 토목공사의 하자 특징

토목공사 하자의 가장 큰 특징은 건축공사와 비교하였을 때 준공 후 상당히 오랜 시간이 지난 뒤에 하자가 발생하고 하자담보 책임기간이 최대 10년으로 매우 길다는 것이다. 또한 당사와 같이 도로·지하철분야에 대한 건설실적이 많은 경우, 교량, 박스구조물, 포장에 대한 하자보수를 해야 하는 경우가 많은데 구조물을 사용하면서 보수를 해야 하는 도로나 보수작업시간에 제약이 따르는 지하철은 여타 보수작업에 비해 수배의 비용이 소요된다. 그러므로 모든 공사가 그러하겠지만 시공 중 현장에서 이루어지는 작업뿐만 아니라 레미콘 등 자재에 대한 검수를 철저히 함으로써 하자를 미연에 방지

하는 것이 매우 중요하다.

국내 건설업체에서 사용하는 하자보수비를 추정해보면 시공능력평가액 30위 정도인 회사를 예로 들었을 때 연간 투입되는 하자보수비가 10억원~30억원의 범위로서 건설업체의 하자보수 투입비용이 크다는 것을 알 수 있다.

토목공사의 하자는 사업계획 단계에서부터 설계, 시공, 감리, 유지관리 등 각 단계별 요인이 복합적으로 작용하여 발생하는 것이 일반적이긴 하나 발주자, 시공자, 설계자, 감리자의 하자발생 요인 제공자를 분류하면 그림 1과 같이 시공자에 의해 발생하는 하자가 가장 큰 부분을 차지하고 있다. 물론 하자의 근본적인 원인이 시공자에게 없고 다른 부분에 있다고 할지라도 시공

중에 하자요인을 가장 가까이에서 볼 수 있는 건설주체는 시공자이고 하자의 발생은 당사의 신뢰도와 직접적인 연관이 있으므로 현장에서는 하자사태에 대한 체계적인 접근이 필요하다.

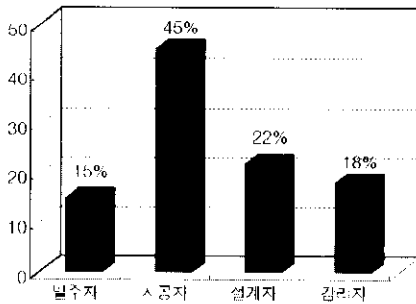


그림 1 하자원인 요인별 분석 결과

는 콘크리트에 발생한 균열 및 누수이다. 기술자에게 영원히 풀리지 않는 숙제로 남아 있는 콘크리트의 균열에 관해 영국 규정(British Standards Institution, 영국표준협회)에서는 '콘크리트는 여러 가지 요인에 의해 균열발생이 필연적이며 균열은 일정 폭(0.3mm)이상, 일정길이(30mm) 이상으로 발생한 일정한 틈'으로 규정하고 있다. 그러나 콘크리트 균열은 민간인들에게는 부실공사로 오해받을 소지가 크고 지하수 등과 함께 균열부위가 누수로 연결될 경우, 콘크리트 구조물 손상이 불가피하므로 현장에서는 콘크리트 균열을 억제하기 위해 가능한 모든 조치를 취하여야 한다.

한편 2001년~2002년에 발생한 당사의 하자보수투입비용을 공사 종류별로 살펴보면 1997년~1999년에 가장 큰 비중을 차지하였던 교량공사는 2번째로 밀려나고 지하철공사가 가장 큰 부분을 차지하였는데 이는

2. 공종별 하자보수비용 투입현황

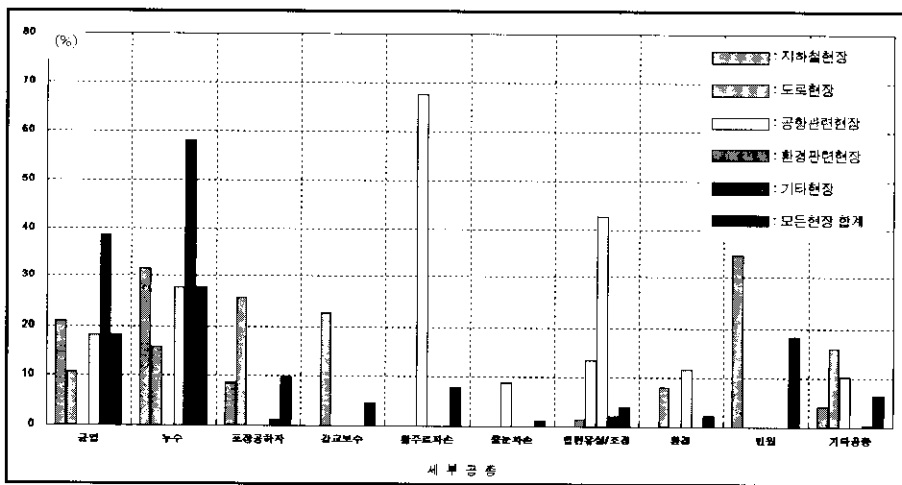


그림 2 공종별 하자보수 비용(%)

당사에서 2001년~2002년까지 투입한 토목공사 하자보수비용에 대해 조사한 결과를 나열하면 콘크리트 균열·누수, 포장공사, 교량공사 순서로 나타났다. 공종별 하자보수비용 검토결과, 하자보수의 가장 큰 요소

당사가 준공한 구조물의 하자보수기간 종료에 따른 일시적인 현상으로 판단된다.

3. 하자 요인 분석 및 재발방지를 위한 방안

최근 토목공사의 규모는 점차 대형화되고 있는 추세이며 기술개발의 확대를 위해 신기술 도입 등이 활성화되고 있다. 그러나 한편으로는 최저가 낙찰제 시행으로 시공사에서는 공사낙찰 후 공사실행율과 우수한 품질의 구조물완성이라는 두가지 명제 앞에서 간혹 부실시공이 조장되는 사례도 있다. 아울러 현장에서의 하자요인을 분석하면 설계 당시 토질물성, 공사환경, 주변여건, 강우량 등 기후조건 등에 대한 조사가 미흡하여 현장 공사 수행 중 원가상승의 주요요인으로 작용하고 있다. 다음은 토목공사에서 발생하는 주요하자요인에 대해 예를 들어보겠다.

▶ 하자요인 예시

- 최초 설계도서 작성시 기술적인 판단에 앞서 발주처에서 제시한 공사금액에 맞추기 위해 작성된 저급한 설계도서에 의한 시공
- 설계도서 작성시 예비조사(교량이나 지중구조물의 토질조사, 강우량 잘못 예측하여 통수단면 부족 등)가 미흡하여 구조물의 원활한 기능 어려움

- 현장근무자의 품질관리에 대한 책임의식 부족
- 신기술·신공법 도입시 시공법과 기술에 대한 판단 및 노하우 부족
- 3D 업종인 건설현장에서의 전문근로인력 확보의 어려움
- 공정관리(정해진 공기 준수), 원가관리(공사실행율 일정 비율 이하로 유지)의 어려움

위와 같은 하자요인 중 일부는 원인제거가 가능하고 일부는 불가능하지만 단하나 확실한 것은 임직원의 적극적인 노력이야말로 하자요인을 최대한 줄여줄 수 있는데 가장 큰 보탬이 된다는 것이다. 이를 위해서는 과거에 발생한 하자 사례습득을 통해 여러 가지 원인을 다각적으로 검토한 후 구조물에 미치는 피해가 최소화될 수 있도록 설계에 반영하거나 품질관리를 철저히 함으로써 하자의 재발 방지를 위해 힘써야 할 것이다. 그리고 정기적인 기술 습득을 통해 기술력 향상과 신기술에 대한 이해를 꾸준히 함으로써 계속적으로 발전되고 있는 건설기술에 대한 탐구노력도 게을리 하지 않아야 할 것이다.

하 자 사 례 분 석

1. 콘크리트 구조물 균열사례

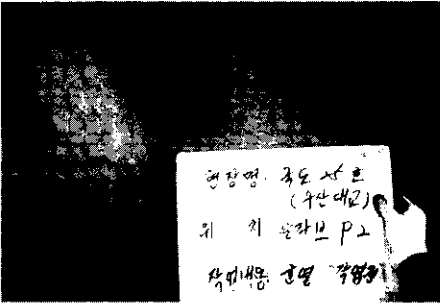


그림 3 콘크리트 교량 슬래브 균열사례

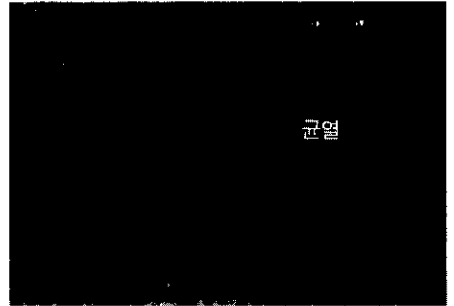


그림 4 콘크리트 박스 구조물 균열 사례

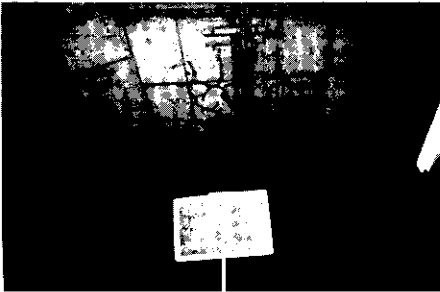


그림 5 하자보수 조치중

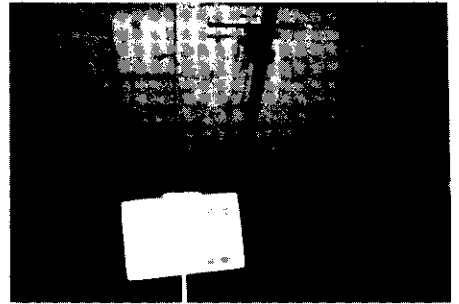


그림 6 하자보수 완료

1. 하자내용

Box, 교량 및 옹벽 등 콘크리트 구조물에 발생한 균열

2. 원인분석

콘크리트는 구성재료의 물성, 배합, 타설, 양생 및 환경조건에 따라서 장·단기 재료물성이 크게 변화하는 다상의 복합재료(Multiphase Composite Material)이므로 콘크리트에 어느 정도의 균열이 발생하는 것은 필연적이지만 당사 하자사례 분석결과, 개선방안에 나타난 사항을 숙지하면 품질향상과 하자보수비를 상당히 절감할 수 있을 것이다.

1) 재료적 측면

- 골재의 화학반응으로 인한 균열 유발
- 장시간 저장된 시멘트 사용으로 인한 기능저하 및 하자 유발
- 내구성 저하로 인한 균열 발생
- 오염된 물 사용으로 콘크리트의 내구성 저하 및 균열 유발

2) 설계적 측면

- 콘크리트 타설시 구속에 의한 균열
 - 내부구속 : 콘크리트 내·외부 온도변화
 - 외부구속 : 재타설된 콘크리트의 열변형이 지반 또는 기타설한 콘크리트에 의해 구속되어 균열 유

발

- 사인장철근, 온도균열제어를 위한 배력철근 위치 부정확, 정착길이 부족
- 설계하중을 초과한 차량 통과로 인한 하중 부가
- 물/시멘트비(W/C)가 클수록 균열발생 가능성 증가
- 잘못된 시공이음부 위치로 균열 유발

3) 시공적인 측면

- 기술자의 관리감독 소홀로 인한 품질저하
- 현장기능공의 품질관리 의식 결여로 내구성 저하
- 콘크리트 생산시설 미흡에 따른 품질저하
- 콘크리트 타설시간 미준수로 품질저하에 따른 균열 유발
- 콜드 조인트에 의한 균열 발생
- 콘크리트 타설방법 불량으로 골재분리 및 균열
 - 콘크리트 진동기 잘못된 사용
 - 슈트 타설시 위치 부적절
- 콘크리트 타설 후 양생불량으로 인한 균열 유발

3. 개선방향

1) 재료적 측면

- 골재세척설비 확보 필요
- 골재에 대한 관리감독 강화
- 비중, 응결시간, 안정도, 모르타르 압축강도 확인
- 불량시멘트 입고 확인 필요
- 골재에 대한 허용량 기준으로 관리(KSF 2527 참조)
- 물은 수질, 수량 등을 감안하여 선정하고 수질시험, 탁도, 색도, pH, 알칼리도, 질소 함유량을 파악 후 사용

2) 설계적 측면

- 파이프쿨링 등 수화열 대책 검토, 균열유발줄눈 설치, 해석상 구속조건이 우려될 경우, 콘크리트 타설시간 엄수를 설계서에 명기, 기타 온도억제 대책 수립
- 공사착수전 사인장철근, 배력철근 위치 등 검토
- 준공 무렵 인근지역 통과차량(과적차량) 사진촬영 후 발주처로 언급 필요
- 현장배합시 기초자료를 철저히 분석하여 적합한 물/시멘트비로 적용 실시
- 전단력이 작은 위치에 부재의 압축력과 직각으로 설치
- 전단력이 큰 곳에 설치할 때는 홈을 만들거나 철근으로 보강
- 수평시공이음은 미관상 일직선으로 시공
- 연직시공이음 시공시에는 거푸집 사용

3) 시공적인 측면

- 레미콘 생산공장의 감독 철저
- 지방기준 및 현장조건 충분히 인식 후 관리
- 배합설계 보정규정 준수
- 불량자재 납품시 강력 제재
- 품질관리를 위한 교육을 주기적으로 실시
- 배치플랜트에 대한 기계장치와 적정상태, 시험작동을 위해 모르타르 콘크리트를 혼합하는 생산일체에 대한 파악
- 관리도 작성 철저
- 비비기에서 치기까지
 - 대기온도 25℃ 이상 : 1.5 시간 이내
 - 대기온도 25℃ 이하 : 2.0 시간 이내
- 콜드조인트는 타설시간 지연으로 발생하는 타설면

정리, 레이턴스 제거, 수분 흡수 등을 실시하여 재
타설시 이음부가 양호하도록 유지

- 슈트, 버킷, 펌프카의 호스 등 배출구와 치기면 높
이 1.5m 이하 유지

- 높이가 높은 콘크리트를 연속해서 타설할 경우, 재
료분리가 적게 되도록 타설 1층 높이 40~50cm
유지

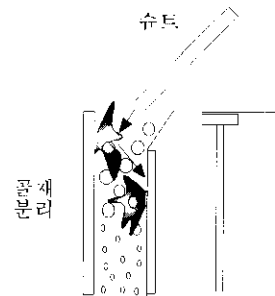
- 1회 타설깊이는 30~60cm

- 콘크리트 다짐기 사용방법 준수

- 내부진동 원칙, 침하균열 발생시 재진동 실시
- 진동기로 타설콘크리트 평판 및 이동작업 금지
- 진동기는 연직으로 50cm 이하 간격으로 다짐
- 진동기를 콘크리트에 넣을 때는 빠르게, 뺄 때
는 타설 콘크리트속의 기포동반을 위해 천천히
뽑음

- 슈트 위치의 올바른 사용법 : 콘크리트 타설시 슈
트에서 분출되는 콘크리트가 벽체에 부딪치면 골
재분리 현상이 발생하므로 주의

- 타설 후에도 습윤양생기간 철저히 준수(거푸집 제거
후에도 여건에 따라 계속 시행)



■ 습윤 양생의 효과

- i) 초기수화작용에 의한 강도증진
- ii) 수밀성, 내구성 증대
- iii) 수분증발로 인한 균열 억제

2. 교량 Sole Plate의 외부돌출 사례



그림 7 교차 장치 외부돌출 사례

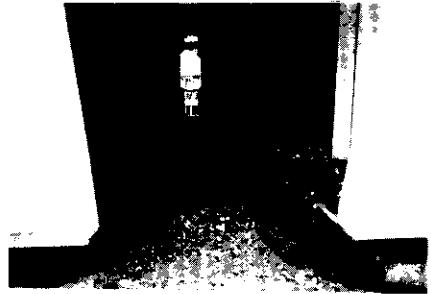


그림 8 교차 장치 외부돌출 사례

1. 하자내용

신축이음부인 교각의 Sole Plate가 그림 7~그림 8에서 보는 바와 같이 주형 외부로 부분적으로 돌출

2. 원인분석

하자가 발생한 교량은 R=350m의 곡선교로서 교량받침이 현방향 배치로 설계·시공되었다. 교각 P9는 곡률이 가장 큰 부분으로서 교량받침이 고정점을 향하여 배치되어 Sole Plate가 종방향에 평행하지 않고 임의의 각을 가지고 배치됨으로서 교량받침이 고정점을 향하여 가장 크게 회전하게 되므로 Sole Plate 또한 가장 큰 회전각을 가지고 설치되었다. 또한 사용된 P9의 Sole Plate의 크기는 720×580mm로 그림 7~그림 8에서 보는 바와 같이 주형 외부로 부분적으로 돌출될 수 밖에 없는 상황이다. 그림 9와 같이 한 개의 Sole Plate를 확대하여 보면 현방향으로 배치하였을 경우, 곡률에 의하여 회전한 각의 크기에 따라 크기는 다르겠지만 Sole Plate가 주형 외부로 돌출될 수 밖에 없다는 것을 알 수 있다.



그림 9 Sole Plate를 현 방향으로 배치했을 때의 형상

3. 개선방안

현장 조사 결과에 의하면 주형 외부로 돌출된 Sole Plate의 면적이 가장 크게 나타난 곳은 약 7% 임을 알 수 있다. 여기서 주형 외부로 돌출된 Sole Plate 부분이 교량받침에서 주형으로 하중을 전달하는데 역할을 못한다고 가정하면 Sole Plate의 감소된 면적 7%에 해당하는 만큼 하중집중점 보강재로의 전달되는 하중의 크기가 증가된다고 생각할 수 있다. 따라서 증가된 하중에 대하여 하중집중점 보강재가 구조적으로 안정하다면 Sole Plate의 돌출로 인한 구조적 안정성에 문제는 없을 것으로 판단할 수 있을 것으로 사료된다. 교각의 교량받침 반력은 표 1과 같다.

표 1 반력집계 (단위 :tonf)

교각	사하중	활하중	계	비고
P1, P9	93,270	77,646	170,916	단지점
P2, P8	311,050	166,554	477,604	내측지점
P3-P7	311,615	176,082	487,697	내측지점
P9, P18	123,350	85,626	208,976	단지점

교각 가운데 불리한 조건에 대하여 검토하기 위하여 208,976tonf를 사용한다. 7% 증가된 하중은 223,604 tonf이다. 이 증가된 하중에 대하여 하중집중점 보강재의 응력을 검토하기에 앞서 이와 관련된 도로교 설계기준은 다음과 같다.

도로교 설계기준 · 해설(공통 · 강교 · 콘크리트교, 2003)

3.8.7 하중집중점 보강재

플레이트거더의 지점 및 가로보, 세로보, 수직브레이싱 등의 연결부와 같은 하중 집중점에서는 반드시 보강재를 설치하여야 한다. 지점부에 설치하는 수직보강재는 압축력을 받는 기둥이라 보고 3.3.2.1에 규정한 허용축방향응력에 따라 설계한다. 이때 보강재 전단면과 복부판 가운데 보강재 부착부에서 양쪽으로 각각 복부판 두께의 12배까지는 유효단면이라고 생각할 수 있다. 그러나 전체 유효 단면은 보강재 단면의 1.7배를 넘어서는 안된다.

허용응력의 계산에 사용하는 단면회전반경은 복부판의 중심선에 대하여 구하고 유효좌굴길이는 플레이트거더 높이의 1/2로 한다.

그림 10에 사용된 하중집중점 보강재에 대하여 증가된 하중에 의한 응력을 검토한다.

하중집중점 보강재
PL - 2410×150×20

Diaphragm, 14t

그림 10 하중집중점 보강재

1) 제 원

Diaphragm : $t_d = 1.40\text{cm}$

Diaphragm : $H_d = 241.00\text{cm}$

하중집중점 보강재

- 보강재 규격 : $15.0 \times 2.0 \text{ cm}^2$

- 보강재 갯수 : 6개

2) 단면력

유효 다이아프램 길이: $12 \times 14.2 \times 2 + 20 \times 2 = 73.60 \text{ cm}$

보강재의 단면적($A \times$) = $15 \times 2.0 \times 6EA = 180.00\text{cm}^2$

유효단면적

(A) = $1.4 \times 73.6 + 15 \times 2.0 \times 6EA = 283.04 \text{ cm}^2$

유효단면적(A) = $283.04 \text{ cm}^2 < 1.7$ 보강재의 단면적

($A \times$) = 306.00cm^2 OK!

단면2차모멘트 (I) = $73.6^3 / 12 + (2.0 \times 153 / 12 \times 2.0 \times 15$

$8.2) \times 6EA = 15495.03 \text{ cm}^4$

유효좌굴길이 (L) = $241.5 / 2 = 120.75 \text{ cm}$

단면2차반지름 (r) = $(I/A)^{0.5} = (15495.03 / 283.04)^{0.5}$

= 7.40 cm

세장비 (L/r) = $120.75 / 7.40 = 16.3$

: 국부좌굴을 고려하지 않을 경우

$15(L/r = 16.3 < 80 \rightarrow \text{허용응력 } \sigma_w = 1900 - 13(L/r - 15)$

허용응력 (σ_w) = $1900 - 13(L/r - 15)$

= $1900 - 13(16.3 - 15)$

= 1883.1 kg/cm^2 (SM490B)

3) 응력검토

작용응력

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{223.604 \times 10^3}{283.04} = 790.00 \text{ kgf/cm}^2$$

응력 검토

작용응력 $790.00 \text{ kgf/cm}^2 < \text{허용응력 } \sigma_w$

= 1883.1 kgf/cm^2 OK!

계산결과로부터 알 수 있는 바와 같이 하중집중점 보강재는 충분한 내력을 확보하고 있으므로 Sole Plate가 돌출되어 있다 할지라도 구조적 안정성은 충분히 확보되는 것으로 판단된다.

앞에서 검토한 바와 같이 구조적 문제는 없는 것으로 판단되나 향후 지속적 관리 및 유지관리시 Sole Plate 돌출에 따른 문제야기 우려로 인하여 그림 11과 같이 하부플랜지에 R 1160×120을 완전 용입 홈 용접하여 보강하였다.

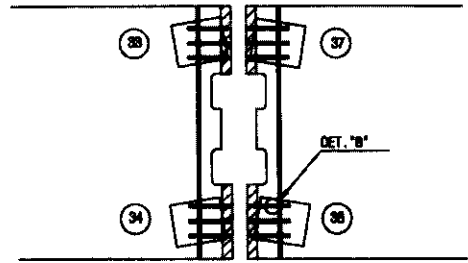


그림 11 Sole Plate 돌출부 보수방법 개요도

3. 교량 Shoe의 편심에 의한 하자 사례

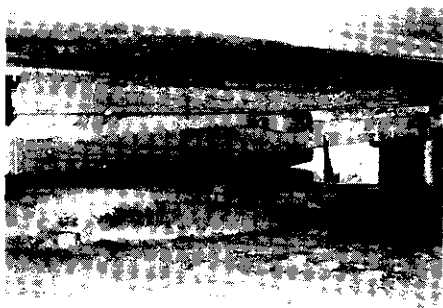


그림 12 교좌 장치 편기 사례

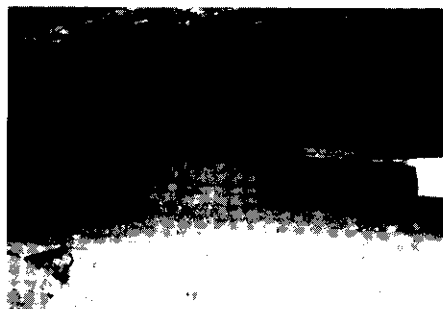


그림 13 교좌 장치 편기 사례



그림 14 교좌 장치 편기 보수중

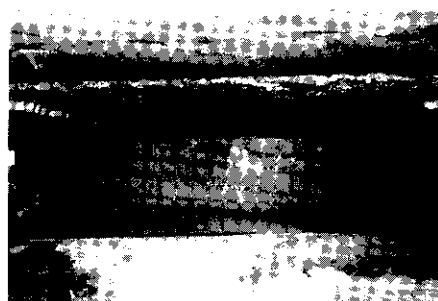


그림 15 교좌 장치 편기 보수 완료

1. 하자내용

교량의 교좌장치인 Shoe가 편심에 의해 기울어짐

2. 원인분석

교량의 교각 및 교대에 온도에 의한 교량 슬래브의 이동을 원활하게 하기 위해 설치한 Shoe의 시공 및 제작과정이 하자 원인이었으며 다음 3가지로 분류할 수 있다.

- 1) Sole Plate와 하부플렌지의 수평상태 유지불량으로 인한 편기
- 2) 하부플렌지의 Setting 미흡으로 인한 오차
- 3) 상부시설물 거치시(강교, PC beam 등) 무리한 충

격으로 발생하는 편심

3. 개선방향

- 1) Shoe 설치전 설계도면을 작성하여 현장상황 및 기능공의 교육후 숙지상태 확인하여 공사를 수행
- 2) Sole Plate와 상부플렌지의 완전고정상태(볼트식, 용접식 접착면의 이격상태 점검철저)인지 점검
- 3) 상부구조물 거치시 작업방법과 숙련된 기능공의 능력 검증 후 작업 시행 및 기술자의 감리 및 감독 강화
- 4) 최종점검
 - Shoe설치된 현장의 상태를 Shop Drawing 작성하

고 설치시기의 이동량 계산 실시

- Shoe의 설치시 수평상태 확인
- Sole Plate, 하부플렌지와 강교바닥면과 완전밀착 여부 확인

▪ Sole Plate와 하부플렌지 고정전 계산된 이동량 고려하였는지 재확인

- 교량 슬래브 종단 및 횡단구배 고려하여 Shoe의 설치위치에 적용여부 확인

4. 교량 PC BEAM 면 불량 사례



그림 16 PC교 바닥면 불량 상태

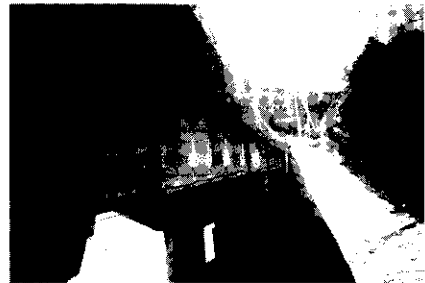


그림 17 PC교 바닥면 불량 상태

1. 하자내용

콘크리트의 재료분리에 의해서 교량 바닥면 콘크리트 불량

2. 원인분석

- 1) PC Beam의 거푸집 조립불량으로 시멘트풀이 유출되어 재료분리가 발생
- 2) 토공의 다짐불량으로 인한 PC 거더교 하부의 바닥판 변형으로 PC교 하부 완성면 불량

3. 개선방향

- 1) 거푸집 조립시 이음새로 시멘트풀이 빠져 나오지 않도록 이음부 점점 철저
- 2) 콘크리트 타설시 진동기를 콘크리트 정리용으로 사용하여 한곳에 무리한 진동을 가함으로써 이음부의 이격이 발생하지 않도록 5초 간격 60cm 이내 이동

3) 바닥면 콘크리트의 다짐을 철저히 하고 린콘크리트를 타설하여 평탄성 및 품질관리 유지

4) 콘크리트 타설시 다짐부족으로 인한 쉬스관 하단 공극이 발생되지 않도록 관리 철저

5. 교량 난간 하부면 물 끓기 미설치 사례

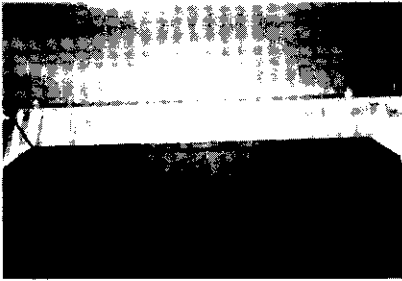


그림 18 난간 물끓기 홈 미설치 상태

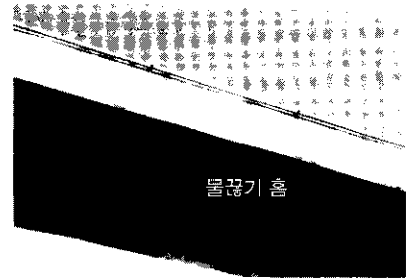


그림 19 난간 물끓기 홈 미설치 상태



그림 20 물끓기 홈 조치중

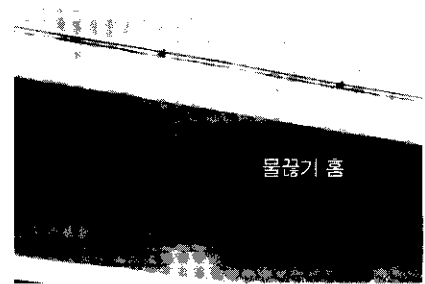


그림 21 물끓기 홈 설치 완료

1. 하자내용

교량 난간 하부면 물끓기 홈 미설치(부식 발생 우려)

2. 원인분석

교량 난간 일부 구간에서 물끓기 홈이 형성 안되어
우천시 물이 난간 밑으로 흐르는 결과, 우수가 강교에
직접 접촉되어 강교 부식과 미관이 불량

3. 개선방향

- 1) 물끓기 홈 재설치로 미관 및 품질상태 개선
- 2) 향후 현장관리시 세심하고 철저한 현장관리 감독
을 요함
- 3) 콘크리트 타설전 점검에 물끓기 홈 확인 후 타설

6. 콘크리트 포장 우각부 파손 사례

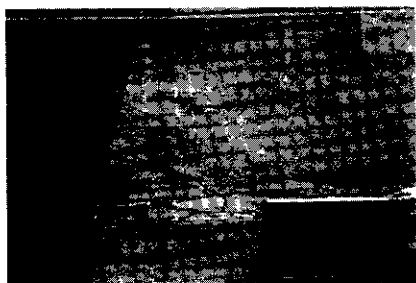


그림 22 포장체 우각부 파손 형태

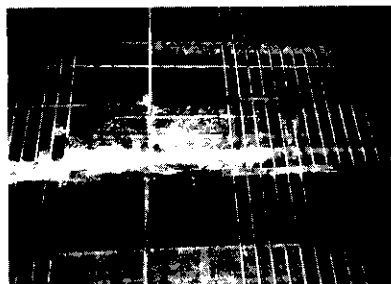


그림 23 포장체 우각부 파손 형태

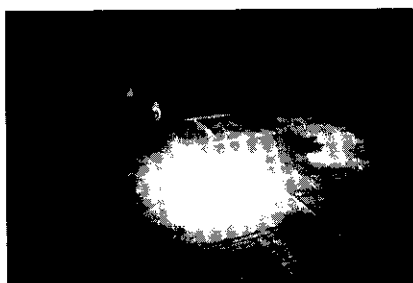


그림 24 포장체 우각부 파손 보수중

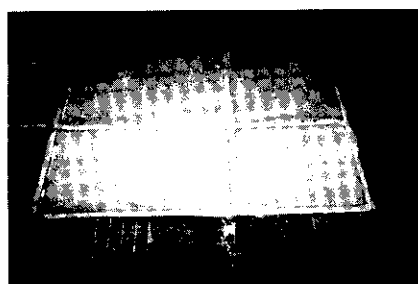


그림 25 포장체 우각부 파손 보수 완료

1. 하자내용

활주로 콘크리트 포장의 우각부 균열 및 파손

2. 원인분석

- 1) 무근콘크리트 포장의 횡단줄눈(시공줄눈, 수축줄눈)에는 다웰바가 설치되었고 종단줄눈 방향에 키(Key)와 콘크리트 타이바(Tie bar)가 중복 시공
- 2) 횡방향의 다웰바(이동바 개념)의 거동을 구속시켜 온도변화에 대한 수축팽창작용을 억제하므로 우각부 균열발생
- 3) 구속에 의해 Saw cutting 실시한 우각부의 응력집중으로 인한 파손
- 4) 줄눈 절단 시기가 부적절하여 양생과정에서 균열 발생

- 5) Saw cutting 위치 틀림으로 인하여 균열발생 및 파손
- 6) 콘크리트 배합불량 및 끝단부의 콘크리트 다짐불량
- 7) 토공다짐의 품질관리 미흡 추정

3. 개선방향

- 1) 횡방향의 다웰바와 종방향의 타이바 중복 설치금지 : 이음부의 키만을 설치하며 양단 및 포장판의 수축·팽창에 대한 구속응력이 발생하지 않는 범위 내에 설치
- 2) 줄눈의 Saw cutting의 절단시기의 판단을 현장관리자의 확인에 의해 시행
- 3) 우각부위 Saw cutting 정확한 위치에 절단
- 4) 활주로는 하중이 큰 비행기의 이착륙으로 토공 다짐도의 철저한 관리와 설계도의 적정성 검토 필요

7. 콘크리트 포장 줄눈부위 파손 사례

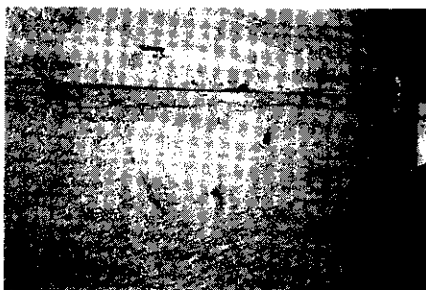


그림 26 ○○ 활주로 줄눈 부위 파손

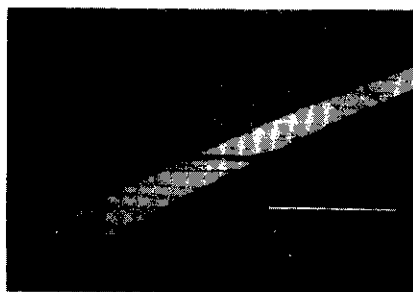


그림 27 ○○ 활주로 줄눈 부위 파손



그림 28 ○○ 활주로 줄눈 파손부 보수중



그림 29 ○○ 활주로 줄눈 파손부 보수완료

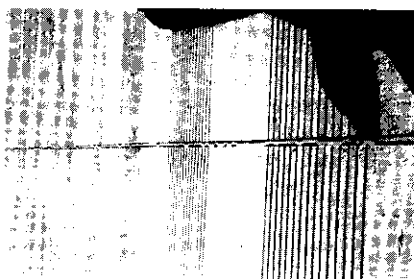


그림 30 ○○ 활주로 실런트 탈락하자 형태

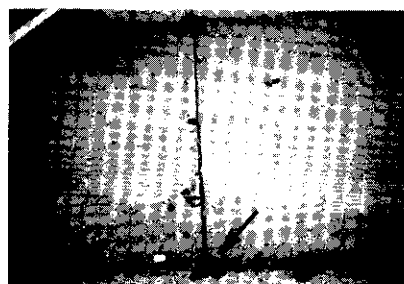


그림 31 ○○ 활주로 실런트 탈락하자 형태



그림 32 □□ 활주로 실런트 찢어짐 형태



그림 33 □□ 활주로 실런트 찢어짐 형태

1 하자내용

활주로 콘크리트포장 줄눈부위 파손, 실런트 탈락 및 찢어짐 현상이 발생

2 원인분석

- 1) 포장시의 Saw cut 깊이 부족과 함께 다웰바 위치의 부적절로 인한 영향
- 2) Saw cut의 부적절한 시기와 면정리 미흡, 지반지력 부족
- 3) 실런트의 콘크리트면과 부착면의 부착강도의 부족
- 4) 재료배합의 불량과 더불어 경화제의 과다함량

3 개선방향

현장에서 다웰바는 정확한 위치에 삽입한 후 표시하여 최단시간 Saw cutting 실시해야 하며, Saw cutting 시기는 대기온도에 따라 절단시기를 결정한다. 또한 현장의 습도 및 건조한 바람의 영향에 의해 절단시기에 변동이 있을 수 있다는 것을 주의한다.

표 2 Saw cutting의 온도에 따른 절단시기(보편적 경험)

온도(℃)	1차 절단시기(표면마무리 후)	2차 절단시기
10이하	10-12시간	48시간
10~20	8~10시간	48시간
20~30	5~8시간	48시간
30이상	2~5시간	48시간

콘크리트 포장의 Saw cutting 깊이는 일반적으로 FAA 지침서에 따라 시공하나 1차 Saw cutting 시 FAA에 의한 깊이 제한과 다른 값을 제시한 기관이나 외국의 국제공항 시공사례가 있다. 다음은 각 기관에서 제시한 Saw cut 깊이와 외국의 국제공항에 대한 적용 사례이다.

표 3 각 기관에서 제안한 Saw cut 깊이 적용

기관	Saw cut 깊이
FAA	H/5
ACI	H/4
AMF	H/6
PCA	H/4

표 4 외국의 국제 공항에 대한 시공사례

공항	Saw cutting 깊이	적용
덴번 LA	H/5	FAA, ACI50/5320-6D와 동일
시애틀 LA	H/3	절단 깊이를 제외하고는 FAA 지침과 동일하게 시공, 슬래브 높이 ≈45cm
타이틀 ABF, FI	H/6	AFH 88-6in 일치 slab 두께 45cm 보다 두꺼울 경우
애들란타, 하트필드, LA	H/4	슬래브 두께 41cm
신시내티, 켄터키, LA	H/4	Saw cut 깊이를 제외하고는 FAA 지침과 동일, 두께는 41cm 이상

콘크리트 포장 줄눈부위의 파손의 하자사례가 발생하지 않도록 하기 위한 개선점을 정리하면,

- 1) 균열억제를 위한 Saw cutting 깊이는 슬래브의 Saw cut을 충분할 만큼 깊게 유지할 것
- 2) 경험적으로 완전한 검증은 없지만 깊이가 H/3~H/4인 경우, H/5 이하인 경우보다는 균열이 더 발생되므로 깊게 유지
- 3) 현장에서 설계서에 Saw cut 깊이가 어떠한지 필히 검토하여 가능한 빨리 최대한 깊게 시공 유도
- 4) Saw cutting 후 아래 그림 34와 같이 모서리면 그라인딩 면마무리 실시

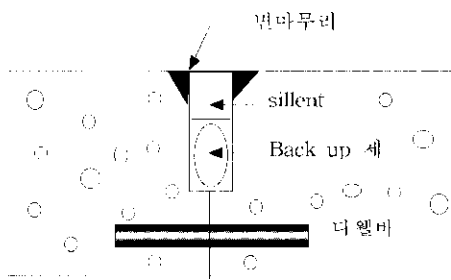


그림 34 면마무리 전경

- 5) 포장 절단시는 커팅면에 이물질 부착이 안되도록 고압수 세척을 필히 실시
- 6) 포장체의 습기가 있을 시 완전 건조후 시공
- 7) 시공상태 수시 체크하여 부착상태 확인
- 8) 지방 규정에 의한 규칙 시공
- 9) 적절한 주제, 경화제 배합시 충분히 믹싱 실시

8. 콘크리트 포장의 균열 사례



그림 35 콘크리트 포장 균열 사례



그림 36 콘크리트 포장 균열 사례

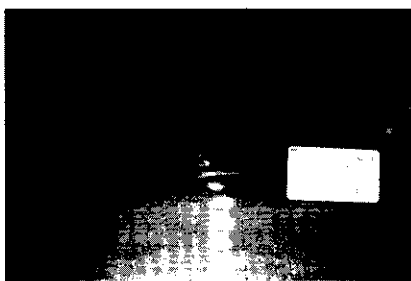


그림 37 콘크리트 포장 균열 보수중

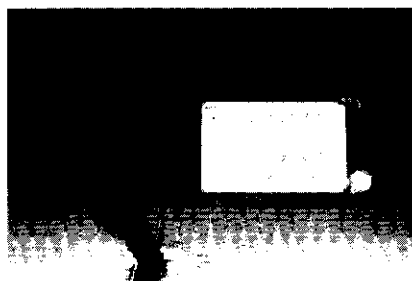


그림 38 콘크리트 포장 균열 보수 완료

1. 하자내용

활주로 포장 콘크리트 균열 발생

2. 원인 분석

- 1) 현장의 크랙 형태가 종방향으로 발생된 현상으로 보아 지반 지지력에 문제

- 2) 연약지반 개량후 다짐도 90% 이상시 구조물 시공이 가능하지만 중량물의 계속적인 충격으로 잔류 침하 허용량이 초기에 실현된 것으로 추정
- 3) 다웰바의 시공불량으로 균열 발생 추정
- 4) 콘크리트의 구속에 의한 균열 추정
- 5) 현장 여건에 맞는 실내시험 및 모의 시험 미흡

3. 개선 방향

- 1) 연약지반 시공시는 충분한 시험 및 검토 실시후 포장체 시공 실시(다짐도 95-99% 이상시 시공유도)
- 유도로의 가상 실험
- 비행기 이착륙시 진동이 포장체에 미치는 영향에 대한 3차원 모의 실험
- 2) 다짐시 잔류침하 부분이 거의 없도록 재하기간 및

공법변경 유도

- 발주처에 사례 제시하여 완벽시공 유도
- 3) 시공시 콘크리트의 제품관리 철저
- 배합비 관리 철저
- 콘크리트 타설후 충분한 양생 실시
- 적정시간에서의 cutting 실시

9. 아스콘 포장 균열 사례

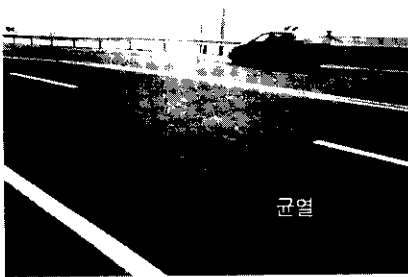


그림 39 지반침하에 의한 포장 균열



그림 40 지반침하에 의한 포장 균열



그림 41 포장 균열 보수중



그림 42 포장 균열 보수 완료

1. 하자내용

지반침하로 인한 단차로 포장부 균열발생 및 파손

2. 원인분석

지하 박스 구조물 시공후 뒤채움 다짐 부족으로 인해 포장면의 균열 및 침하가 발생

3. 개선방향

- 1) 토공 다짐이 시방규정에 의해 실시하여도 지하 구조물이 있는 부분에서는 강성 포장체와 비슷하므로 다짐 철저 요망(다짐도 95% 이상시 포장 유도)
- 2) 현장의 가도 사용시 상·하행의 교차로 포장전 차량 통행으로 자연 다짐 유도

- 3) 포장전 충분한 자연다짐 실시와 전 현장 최종 마무리 단계에서 포장 실시 유도
- 4) 철저한 품질관리 필요

10. 지하철 터널 누수에 대한 하자 사례

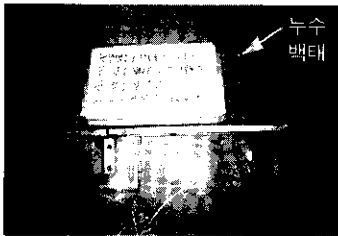


그림 43 터널 누수로 인한 백태 현상



그림 44 터널 누수로 인한 백태 현상

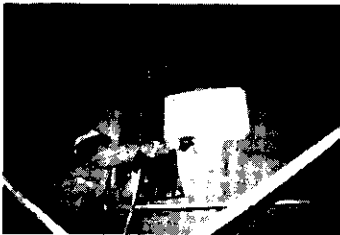


그림 45 터널 누수 보수중



그림 46 터널 누수 보수 완료

1. 하자내용

터널부 균열로 인한 누수가 발생, 백태 형성

2. 현장상황

1) 지하철 터널의 방수공 현황(당사 NATM 터널)

- 방수공법 : 유로방수
- 방수자재 : Carbofol Fleece
- 방수자재 두께 : 2mm
- 부자재 : 란텔, 못, 와샤, 카트거리

2) 터널 단면도

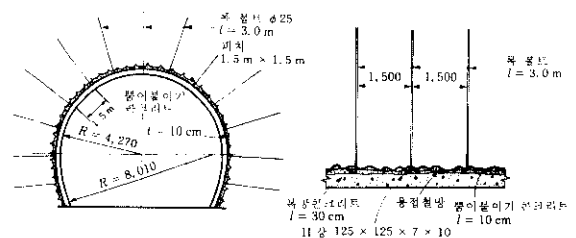


그림 47 터널 단면도

3. 터널 방수공 시공시 유의사항

- 1) 방수공의 부착시 슛크리트면 요철이 심한 부분에

서는 모르터 채움 실시

2) 요철부분에 불가피하게 모르터 채움을 하지 못할 경우, 방수지의 주름을 충분히 두어야 함

3) 라이닝 콘크리트 타설시 마무리 거푸집 작업중 해머 사용으로 거푸집과 방수시트의 접착면이 파손 위험 있으므로 50cm 정도는 겹쳐서 사용

4) 방수시트 연결부의 품질관리 철저

- 시트 접합부 : 수압 또는 Air Test 철저
- 시트 부수부 : 진공 테스트
- 방수시트 고정하기 위한 일반 못 사용 금지(란델 사용)

4. 개선방향

1) 용접기의 개선

- 용접기 사용시 접착강도 부족사례 발견 : 접착강도가 양호하면 Air Hole이 형성되지 못함
- 용접기의 일정한 전압유지 : 사용전압이 일정하지 않으면 기계의 무리와 접착율이 떨어지므로 별도의 전압기 설치 사용
- 용접온도조절 : 현장별로 시험시공에 의한 용접기의 진행속도를 최적온도 적용으로 생산성 향상

2) 시트 부착방법 향상 방안

시트 부착을 단계적으로 하지 않고 1회에 많은 Span을 란델로만 시트 고정시킨 뒤 용접을 하게 되면 시트 간의 Over Lap 상태가 일정하지 못하여 부분적 손상이 많이 발생

→ 1 Span 씩 시공할 경우, 시트와 시트의 Overlap (8cm 이상)이 양호하게 되며 결국 시트 손상을 줄일 수 있음

3) 현장관리자의 방수공에 대한 점검사항

- 선형 및 내공 확인 : 측량부터 확인 후 발파 실시(평면 및 종단선형)
- 내수시설 점검
 - 유공관의 기능상태
 - 누수되는 속 유도배수 상태(방수지 착공전 조회요)
 - 측벽 배수구 및 중앙유도배수로 상태
- 방수시트 부착상태
 - 란델고정
 - 보강시트 고정상태
 - 접합상태 Air Test
 - 시트의 손상상태 확인
- 터널의 하자보수는 구조물의 균열 및 누수가 전체의 80~90%를 차지하므로 외부마감 품질관리에 철저

4) 시공시 유의 사항

- 표 층
 - 상판을 깨끗한 건조상태 유지
 - 두께 불균일시 레벨링층 겸한 기층 검토
 - 줄눈부, 교량접속부 평탄성 유의
- 레벨링층
 - 불균등층 없게 균일시공
 - 평탄성 유지
- 방 수 층
 - 레이턴스 제거 및 청소
 - 건조상태에서 시공
 - 완전양생까지 통행차단
- 접 착 층
 - 얼룩이 없도록 2회로 균일 도포
 - 우천시 즉시 작업중단
 - 휘발분 증발시까지 완전 양생

한글
한자
한
한
한
한
한

개정 1999.8.6

비고 : 위 표중 20이상의 공종이 포함된 공사의 하자담보책임기간은 하자책임을 구분할 수 없는 경우를 제외하고는 각각의 세부공종별 하자담보책임기간으로 한다.

〈공동주택관리령 별표 7〉

신설 1998.12.31

구분	하자의 범위	하자보수책임기간			주요시 설여부
		1년	2년	3년	
1. 대지조성공사	가. 토공사		○		○
	나. 석축공사		○		○
	다. 옹벽공사		○		○
	라. 배수공사		○		○
	마. 포장공사		○		○
2. 옥외급수위생관련 공사	가. 공동구공사		○		○
	나. 지하저수조공사		○		○
	다. 옥외위생(정화조)		○		○
	라. 옥외급수관련공사	○			
3. 지정 및 기초				○	○
4. 철근콘크리트공사				○	○
5. 철골공사	가. 구조용철골공사			○	○
	나. 경량철골공사		○		○
	다. 철골부대공사		○		○
6. 조적공사			○		○
7. 목공사	가. 구조체 또는 바탕재공사		○		○
	나. 수장목공사	○			
8. 창호공사	가. 창문틀 및 문짝공사	○			
	나. 창호철물공사	○			
9. 지붕 및 방수공사				○	○
10. 마감공사	가. 미장공사	○			
	나. 수장공사	○			
	다. 칠공사	○			
	라. 도배공사	○			
	마. 타일공사	○			
11. 조경공사	가. 석재공사		○		○
	나. 잔디심기공사	○			
	다. 조경시설물공사	○			
12. 잡공사	가. 온돌공사		○		○
	나. 주방기구공사	○			
13. 난방·환기·공기조화 설비 공사	다. 욕내 및 욕외설비공사		○		○
	가. 열원기기설비공사		○		○
	나. 공기조화기기설비공사		○		○
	다. 덕트설비공사		○		○
	라. 배관설비공사		○		○
	마. 보온공사	○			
	바. 자동제어설비공사		○		○
14. 급·배수위생설비 공사	가. 급수설비공사		○		○
	나. 온수공급설비공사		○		○
	다. 배수·통기설비공사		○		○
	라. 위생기구설비공사	○			
	마. 철 및 보온공사	○			
15. 가스 및 소화설비 공사	가. 가스설비공사		○		○
	나. 소화설비공사		○		○
	다. 배연설비공사		○		○
16. 전기 및 전력설비 공사	가. 배관·배선공사		○		○
	나. 피뢰침공사		○		○
	다. 조명설비공사	○			
	라. 동력설비공사		○		○
	마. 수·변전설비공사		○		○
	바. 수·배전공사		○		○
	사. 전기기기공사		○		○
	아. 발전설비공사		○		○
	자. 송강기 및 인양기 설비공사			○	○
	가. 통신·신호설비공사		○		○
17. 통신신호 및 방재 설비 공사	나. TV공청설비공사		○		○
	다. 방재설비공사		○		○

비고 : 위 표에 불구하고 기둥·내력벽(힘을 받지 아니하는 조적벽 등을 제외한다)의 하자보수기간은 10년,
보·바닥·지붕의 하자보수기간은 5년으로 한다.

기존구조물 하부통과 TRcM 공법 소개



김 경 호

동마장역 건설공사

현장소장



최 동 업

동마장역 건설공사

토목차장



김 호 비

건설기술연구소

토목대리

1. 서 론

1970년대 이후 서울 도심외곽지역의 발전이 급격히 이루어짐에 따라 유동인구의 증가와 도시 부심지의 기능확대가 시급히 요구되었다. 따라서 1970년대 건설된 서울지하철 2호선 성수지선은 당초 서울지하철 1호선의 신설동 임시차고에서 신답동으로 인입되는 노선으로 계획되어 1974년 착공한 후 1977년 완공, 서울지하철 1호선의 입·출고선으로 사용해오다 1980년 서울지

하철 2호선 개통 후 1호선 신설동역과 2호선 성수역간을 운행하는 영업선으로 변경되어 현재까지 운행되고 있다.

그러나 성수지선 운행 당시 서울 외곽지역이었던 용두동 부근에 다핵구조를 지원하는 교통시스템 구축과 서울시 동북권의 역세권 개발·정비를 통한 지역균형 발전을 유도하기 위해 신설동역~신답역 구간의 동대문구청 사거리(옛 '동마장시외버스터미널 사거리')에 중간역을 설치하기로 계획하였다.

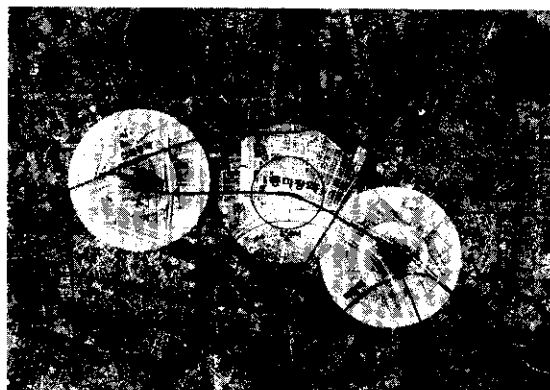


그림 1 동마장역사 현장 위치도



표 1 동마장역사 현장개요

공사명	서울 지하철 2호선 동마장역 건설공사 (현재 동대문구청역으로 명칭 변경 예정)
위 치	서울 동대문구 용두동 동마장 사거리 일원
총연장	L=91.0m (STA.1K794.5~1K885.5)

현재 2005년 8월 완공 예정인 본공사는 실시설계·시공을 조기착공 계약방식(Fast Tracking Contract)으로 시행하여 공사를 수행중에 있으며 현재 공사중인 동묘역(1호선과 6호선 연결), 분당선 이매역사와 함께 국내 최초로 운행중인 지하철 박스구조물에 역사를 신설하는 특수한 현장조건을 가지고 있다.

그러므로 본고에서는 동마장역 건설을 위한 건설계획에 대해 간단히 살펴본 후 기존구조물 하부통과공법으로 채택된 TRcM 공법에 대해 소개하도록 한다.

2. 현장개요 및 지반조건

동마장역 건설공사는 역사전체가 지하에 구축되는 구조물로서 지반조사의 정확성이 매우 중요하다고 할 수 있다. 한가지 다행인 것은 본 공사가 터키방식으로 수행되는 공사로서 다양한 현장시험과 실내시험을 실시하여 지반을 평가하였으며 현장굴착결과, 대체적으로 실제 상황과 잘 부합된다는 것이다. 본 공사구간에 대한 지질학적 조사결과, 소규모 산지가 국부적으로 분포하나 대부분 인접한 한강과 소규모 하천에 의해 퇴적된 제4기 충적층으로 피복된 평야지로 구성되어 있고 지표상의 노두는 인근의 산지에서 일부 확인되며 주변 청계천 지류의 끝자락과 맞닿아 있어 지하수와 마사토(잔입경의 풍화암 정도)가 발달되어 있다.

정거장 구간의 경우, 시추조사결과 표 2와 같이 매립층→퇴적층→풍화암→연암→보통암→경암의 순서로 분포하고 있으며 기반암은 중생대 쥐라기에 관입한 혹은 모 화강암으로서 서울 부근에 분포하는 저반(Batholith) 일부인 대보화강암의 연장부이다.

표 2 정거장구간 시추조사 결과

지층명	심도(m)	구 성	특 성
매립층	2.1~3.0m의 층후로 분포	실트섞인 모래, 점토섞인 모래 및 실트섞인 자갈	
퇴적층	8.5~9.9m의 층후로 분포	실트섞인 모래, 부분적으로 점토 및 자갈층이 분포	N치: 50/12~50/1
풍화암	4.7~13.8m의 층후로 분포		
기 연암	심도 16.5m~		• 연암 TCR: 20~63% RQD: 0~24%
반 보통암	25.8m부터	담화색 및 녹화색을 띤 화강암	• 보통암 TCR: 94~100% RQD: 17~39%
암 경암	출현		• 경암 TCR: 93~100% RQD: 51~85%

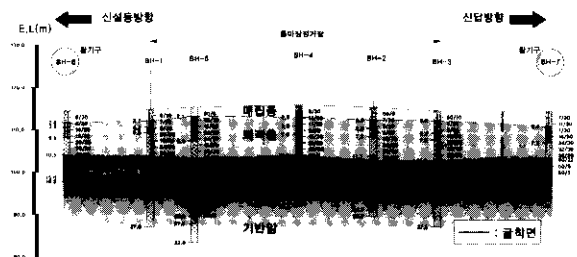


그림 2 지층 종단 및 개요

3. 동마장역 정거장 구조물 건설계획

동마장역은 역세권 주민과 지하철 이용승객 편의성이 확보된 정거장 건설계획 수립하였다. 또한 최근 대구지하철 참사 등을 계기로 한층 부각되고 있는 방재개념을 도입하여 본선 환기능력을 향상함으로써 쾌적한 지하공간을 조성하는데도 역점을 두었다.

그림 3은 동마장역 건설공사의 주요 건설계획을 5가지로 분류하여 제시한 것으로서 다음과 같은 주요 현안 해소에 역점을 두었다.

- 정거장 주변지역 개발계획과 유기적 연계
- 기존 열차운행의 안전성이 확보된 정거장 건설공법 채택
- 동마장 사거리 주변 공사중 원활한 교통처리
- 사유지 근접구간 및 승강장 하부 연결통로 구간 소음·진동 저감대책 수립

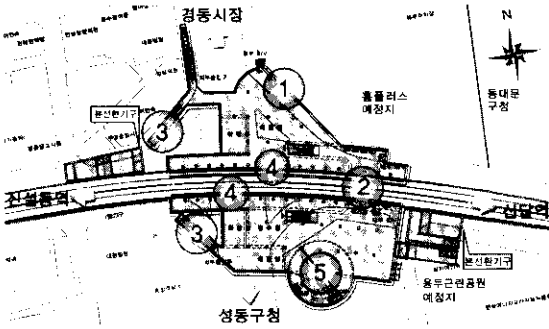
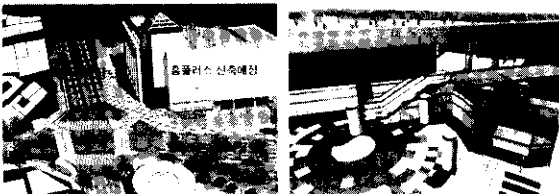


그림 3 동마장역 건설공사의 주요 건설계획

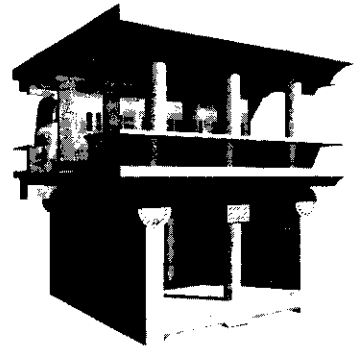
① 정거장역사 상부 신설될 대형할인점과의 연결통로 확보

대형할인점과의 연결 출입구 설치하여 효율적인 공간 활용 및 이용객 편의 극대화



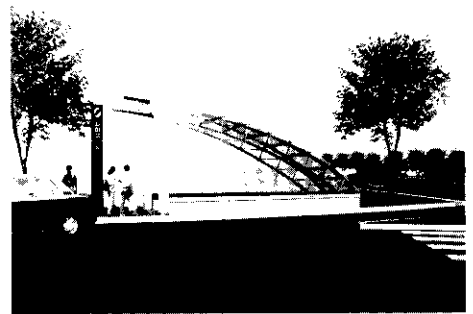
② 기존구조물 하부통과 TRcM 공법 적용

신설구조물 시공을 완료한 후 굴착하는 TRcM 공법을 적용함으로써 기존 성수지선의 구조물 안전성 확보방안을 마련하였고 연결통로 동선이 단축되어 이용 승객의 편리성 확보



③ 출입구 계획

주변환경과 조화를 이루는 친환경적 조형 계획 수립과 함께 역사 출입구에 투명한 캐노피를 설치하고 강우시 노면수 유입차단을 위한 시설 계획 수립



④ 기존 구조물 벽체 철거

신설정거장 시공 완료후 기존 구조물 벽체를 철거하는 계획을 수립하고 벽체 철거시 완벽한 수방대책 수립과 동시에 운행중인 열차의 안전운행 확보 방안 수립



⑤ 용두근린공원 연계 Sunken계획

근방에 위치한 용두근린공원과 조화를 이룬 Sunken을 계획함으로써 지하구조물의 개방감 및 자연채광 확보로 시민 휴식공간을 마련하고자 하였고 기능성과 심미성이 조화된 쾌적한 환경 조성

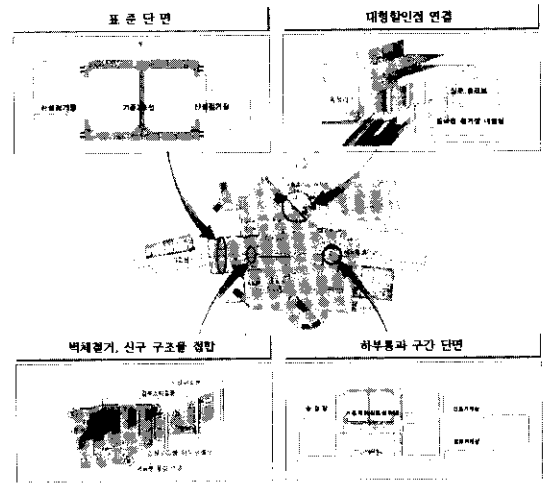
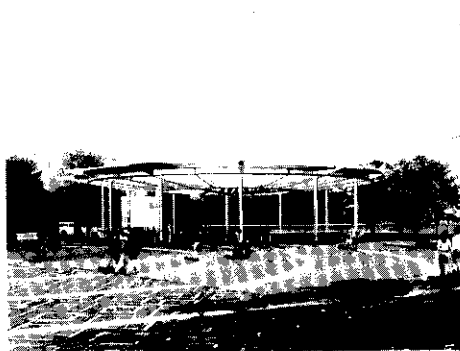
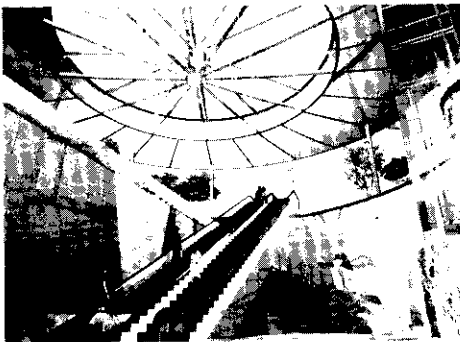


그림 4 동마장역사 주요 구조물 단면

4. 기존 구조물 하부통과 TRcM 공법

4.1 기존 구조물 하부통과공법 개요

동마장정거장 건설은 운행중인 기존 지하철 본선 박스구조물을 좌·우 확장하여 정거장을 건설하는 공사로서 이용승객의 원활한 정거장 사용을 위하여 상·하행선 연결을 위한 연결통로 구조물 설치가 필수적이다. 연결통로는 기존구조물의 상부나 하부중 한 곳을 선정할 수 있으나 본 현장의 상부토피고는 약 3.5m 정도 밖에 안되어 상부 연결통로 구축이 불가능하므로 하부통과공법 적용이 검토되었다. 따라서 기존구조물을 안전하게 보존하면서 열차운행에 지장을 주지 않고 시공성, 구조적 안전성, 경제성이 우수한 장점을 갖춘 하부통과공법을 검토하였다.

4.2 기존 구조물 하부통과공법 선정 검토

1) 주변현황 분석

기존구조물 하부통과공법 선정을 위해서는 우선 주

변지반조건과 기존구조물에 대한 제반 정보, 연결통로 박스구조물 등에 대한 다각적인 검토를 실시하여야 하며 조사결과는 그림 5와 같다.

지 반 조 건	상 부 지 층	• 실효적인 모래성분의 매립층 및 퇴적층
	통 과 간 층	• 조립 내지 중립질의 풍화암 • 굴진시 실효적인 모래로 분해 • 풍화상대가 매우 발달 • 풍화암층 이하로는 연암층 분포
기 존 구 조 물	연 령	• 설계 : 1972. 10. 완료, 시공 : 1974. 8. 준공
	구 조 물 재 원	• 규 모 : B×H = 4.8m×6.1m×2면Box • 규 격 : $f_{ck} = 210\text{kgf/cm}^2$ $f_y = 2400\text{kgf/cm}^2$ • 상부토피 = 약3.5m
	적용설계방법	• 허용응력설계법
연결통로 Box	Box 재원	• 규 모 : B×H = 10.0m×4.87m(내공) • 연 장 : L = 11.0m
	시 공 조 건	• 개착구간 좌·우측 가설 터파기 완료 후 하부통과 공사시행 • 열차운행중인 구조물 하부 굴착 및 신설 구조물 타설 • 도심지 구간 공사로 인한 작업공간제한 및 공사중 소음·진동 억제 대책 필요

그림 5 주변현황 분석 결과

2) 하부통과공법 비교 검토

기존구조물 하부를 통과할 수 있는 공법에는 프론트 잭킹공법(Front Jacking 공법), 언더피닝공법 등 몇 가지를 고려할 수 있으며 이를 선정하기 위해서는 다음과 같은 사항에 대한 검토가 있어야 한다.

- 운행중인 열차의 원활한 운행 및 기존구조물의 안전성 확보
- 공사중 지하수위 저하에 따른 지반침하 방지 및 인접구조물 피해 방지
- 지반조사 결과에 따른 해당지층(토사 및 풍화암)에 적용 가능한 공법

- 연결통로 동선단축으로 이용승객의 편리성이 확보될 수 있는 공법
- 도심지구간 공사적용이 가능하고 공법이 단순하며 경제성이 우수한 공법

3) 하부통과공법 시공사례 조사

기존구조물의 하부통과는 지하철 노선의 신설시 기존 지하철과의 교차역 건설을 위해 발전되기 시작하였으며 현재까지 국내 건설실적이 있는 공법으로는 표 3에 나타난 공법이 있다.

표 3 기존구조물 하부통과 공법 비교

구분	TRcM 공법	Under Pinning 공법	Front Jacking 공법	Pipe Roof 공법
현장 조건	- 토사층 및 풍화암 지반 - 도심지 지하철 구조물 하부통과 적용 적합	- 연·경암층 이상 암반지역 적합 - 도심지 지하철 구조물 하부통과 적용	- 토사지반 - 철도 지하횡단공사 - 대규모 작업공간이 확보가능 지역	- 토사지반 - 연약지반 - 철도 지하횡단공사
문제점 검토	- 암반층 구간 시공성 저하 - 강관내부 인력공작에 따른 시공성 저하	- 다단계 분할시공으로 공기 지연 - 토사층 시공곤란 - 지보재의 간섭으로 신설구조물 시공성 및 품질저하	- 견인 작업용 별도의 선도갱 공사 필요 - 확폭부 및 곡선구간 시공성 불량 - 공사비 고가	- 다단계 분할시공으로 공기 지연 - 암반층 시공불가 - 공사비 고가
적용 사례	- 인천지하철 1호선 - 대구지하철 - 남태령 입체교차로 - 서울지하철 9-7(설계)	- 서울지하철 7호선 20공구 - 인천지하철 1호선 - 분당선 이매역사	- 서울지하철 6호선 - 중앙선창대지하차도 - 경원선 탄현지하차도	수원대왕교(철도횡단)

4) 하부통과공법 선정 결과

하부통과공법의 선정작업은 공사장 주변현황 조사 및 통과공법 시공사례 조사 등을 기초로 하여 1차 선정된 언더피닝 공법과 TRcM공법을 상세 비교 결과, 언더피닝 공법은 풍화토 지반의 막장자립이 곤란하여 기존 구조물 안전성이 불량하므로 가설지보재 설치분수 과

다로 주철근 이음 및 구조물 방수 신뢰성이 부족하나 TRcM공법은 구조물을 먼저 사공한 후 굴착공사를 진행하므로 기존구조물 안전성이 우수하며 풍화토 지반에 적용성이 뛰어나므로 기존구조물 하부 통과공법으로 TRcM공법을 선정하였다.

구분

Under Pinning 공법(공사비 : 약 8억)

TRcM 공법(공사비 : 약 6억)

공법
개요도

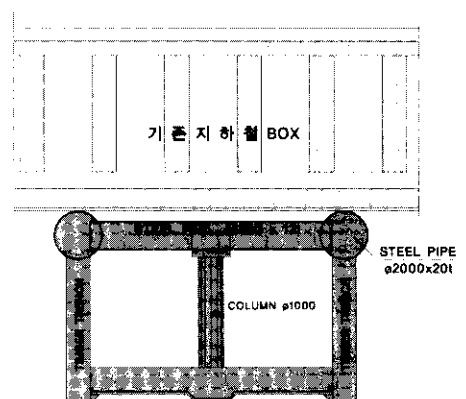
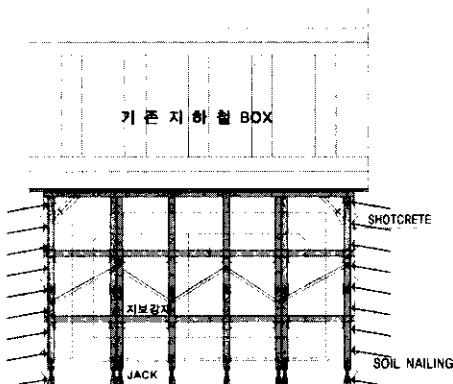


표 4 언더피닝공법 및 TRcM공법 비교표

구분	Under Pinning 공법(공사비 : 약 8억)	TRcM 공법(공사비 : 약 6억)
사 공 방 법	■ 기존 구조물 하부굴착공사와 병행, 상부구조물의 기초를 H-Pile 지보재로 직접 받쳐가며 단계별 굴착완료한 후 하부통과 구조물 축조하는 공법 ■ 구조물 하부에 직접 지보재를 설치하므로 기존구조물 지지효과 양호 ■ 대형장비가 불필요하므로 도심지 공사 적합 ■ 단면형태 및 크기에 상관없이 시공 가능	■ 기존구조물 하부에 대형강관 Pipe를 유압Jack으로 압입, 강관내부굴착 및 하부통과 철근콘크리트 구조물을 완성후 구조물 내부 굴착공법 ■ 대형 강관을 추진하여 상부구조물 지지 강성을 충분히 확보한 후 구조물 하부를 굴착하므로 지지효과 우수 ■ 소형장비 사용에 따른 지하철거간공사 적합 ■ 공사중 소음·진동 발생을 억제하여 작업환경·시공성 우수 ■ 토사 및 풍화암층 구간에 시공성 우수 ■ 가설 강관을 영구 구조물로 사용하므로 공기 단축, 공사비 절감
장 점	■ 개착과 병행하여 상부구조물 침하 발생시 즉시 보정가능 ■ 지하철공사 시공경험 풍부 (당사 서울 지하철 7호선 시공 경험) ■ 암반층 지반의 적용이 우수	■ 대형 강관을 추진하여 상부구조물 지지 강성을 충분히 확보한 후 구조물 하부를 굴착하므로 지지효과 우수 ■ 소형장비 사용에 따른 지하철거간공사 적합 ■ 공사중 소음·진동 발생을 억제하여 작업환경·시공성 우수 ■ 토사 및 풍화암층 구간에 시공성 우수 ■ 가설 강관을 영구 구조물로 사용하므로 공기 단축, 공사비 절감
단 점	■ 토사층 지반은 막장지립을 위한 보조공법이 필요하며, 연약지반은 시공이 곤란 ■ 하부굴착후 지보재 설치기간 동안 상부 구조물 침하 발생 우려 ■ 다단계 분할시공으로 공기지연 ■ 가설지보재와 신설구조물 주철근 간섭으로 시공이 복잡하며 주철근 절단 및 이음에 대한구조물 신뢰성 부족 ■ 가설지보재 설치에 따른 중앙 Pile 본수 과다로 신설구조물 방수하자 발생우려 ■ 굴착깊이가 증대되어 연결통로 동선이 길어지는 관계로 이용승객 편의성 저하	■ 강관내부 굴착 및 철근배근시 작업공간 협소로 시공성 부족 ■ 연암 이상의 암반층일 경우 시공성 저하 ■ 정밀설계 및 정밀시공 요구 ■ 방수 시 세심한 주의 필요
선정안		◎

4.3 TRcM 공법

4.3.1 TRcM 공법 개요

T.R.c.M(Tubular Roof construction Method) 공법은 작업구에서 종·횡단 구배에 따라 선형을 조정할 수 있도록 선도관과 후속관 사이에 유압식(또는 볼트식) 조정장치를 장착하여 강관을 유압 잭으로 압입한 후 강관내부를 굴착하고 철근 배근, 콘크리트를 타설함으로써 상부슬래브를 완성시킨다. 이후 관 하단부를 절단, 굴착하고 콘크리트 판넬 및 버팀보를 이용하여 지중 수직벽을 설치하여 구조물을 완전히 구축한 후 터널내 지반을 굴착함으로써 구조물을 구축하는 공법으로서 공법의 주요장점은 다음과 같다.

(1) 작업구간 상부의 교통흐름 및 열차의 정상 운행에

영향이 없다.

(2) 선도관 조정장치에 의해 선형을 조정하므로 선형에 관계없이 시공이 가능하다.

(3) 주변 자연환경에 대한 영향을 최소화 할 수 있다.

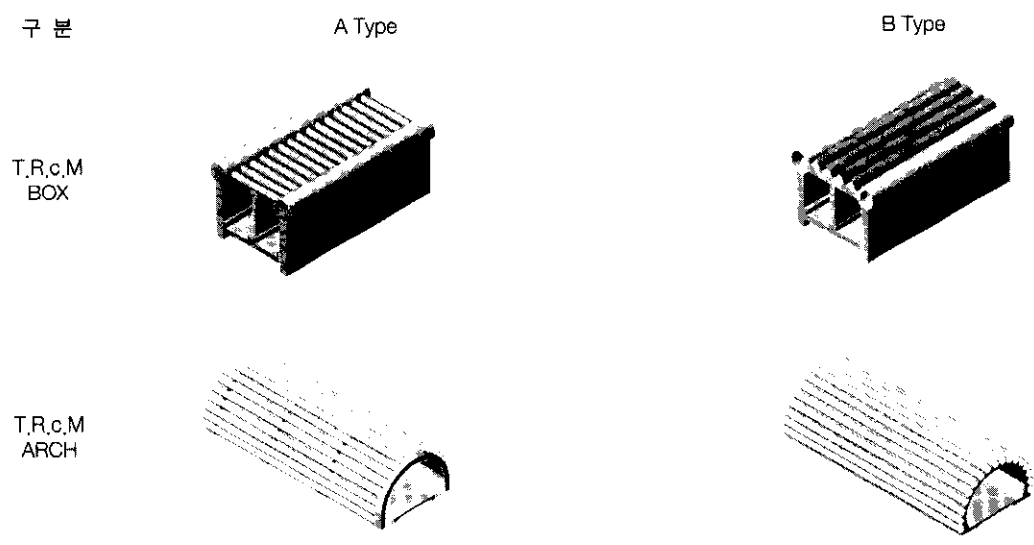
(4) 지반거동을 최소화하므로 인접한 구조물에 관계없이 시공이 가능하고 지층에 관계없이 시공하므로 시공성 및 안정성이 우수하다.

(5) 동시작업이 가능하고 외부 조건에 관계없이 시공되므로 공기가 단축되며 별도의 가설공사가 필요하지 않으므로 공사비가 경제적이다.

4.3.2 동마장역 건설공사 TRcM공법 설계

TRcM 공법 설계시 주요 사항으로는 단면에 대한 내적 안정성 해석과 방수계획의 수립, 기존구조물 하부통

표 5 TRcM 공법 형식



과의 어려운 작업환경에서의 시공계획 수립으로 분류할 수 있다.

1) 단면계획

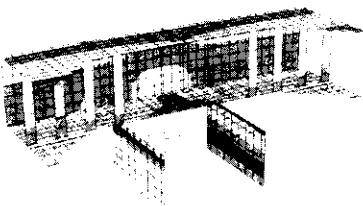
■TRcM 공법의 단면검토는 TRcM공법 시공중 가장 위험한 단계인 상부슬래브와 벽체만 시공된 가설단계 해석과 TRcM 구조물 완성후 상시에 대한 완공단면 해석으로 구분하여 시공단계별 단면해석을 수행하였으며, 열차가 기운행중인 본선Box의 하부를 통과하므로

기존구조물 자중 및 열차하중 등을 입체적으로 고려하여 실제상황과 근접한 응력의 분배를 위해 Shell과 Frame 요소를 이용한 3차원 정밀해석을 수행하였다.

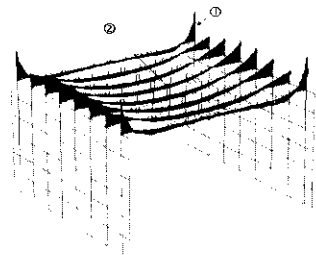
가) TRcM 가설단계 구조해석

TRcM 시공중 가장 위험한 단계인 상부슬래브 (Gallery관 및 Slab관)와 벽체(Timber Trench)만 시공된 단계의 2차원 뼈대 해석을 수행하여 각 부재별 설계 단면력을 산정하였다.

전체응력



Frame 부재(Slab관) B.M,D



- ① 슬래브관 부모멘트: 215.06 tonf.m
- ② 슬래브관 정모멘트: 67.06 tonf.m

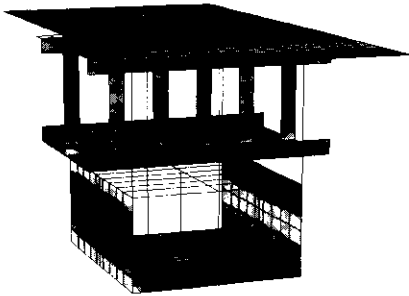
그림 6 가설단계 구조해석 결과

나) TRcM 3차원 입체 구조해석

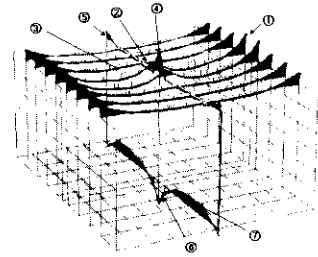
■ 3D해석은 벽체 및 슬래브를 Shell 요소, 슬래브관 및 거더를 Frame 요소로 모델링한후 가설단계와 완공

후 상시단계로 해석을 수행하여 2차원해석결과의 적정 여부를 검증하였다.

전체응력



Frame 부재(Slab관 및 거더) B.M,D



- ① 슬래브관 부모멘트: 231.10 ⑤ 상부거더 정모멘트: 49.23
- ② 슬래브관 부모멘트: 70.23 ⑥ 하부거더 부모멘트: 233.62
- ③ 슬래브관 정모멘트: 71.14 ⑦ 하부거더 정모멘트: 137.59
- ④ 상부거더 부모멘트: 258.34

그림 7 완공 후 해석 결과

표 5 해석 결과

(단위 : tonf · m)

구 분		가 설 시				완 공 후 상 시			
		2D(M _{max})	3D(M _{max})	φ _{Min}	판 단	2D(M _{max})	3D(M _{max})	φ _{Min}	판 단
상 부 슬래브	중양부	227.19	67.06	244.36	0. K	121.93	71.14	244.36	0. K
	단 부	215.23	215.06	318.43	0. K	150.91	231.10	318.43	0. K
벽 체		78.43	58.17	378.07	0. K	103.29	80.84	307.23	0. K

2) 방수 계획

가) 개요

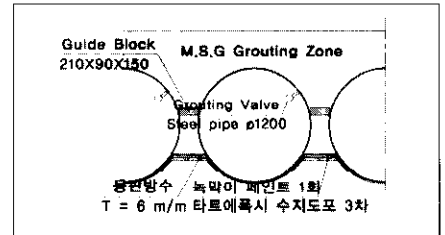
TRcM 공법에서는 방수시 주의가 필요하다. 특히 지하철공사에서 방수공사는 당사의 지하철 하자사례를 살펴봐도 매우 중요한 요소이므로 여기서는 단계별 구조물 설치공사에 따른 정밀 방수계획과 각 부재별 시공상황이 고려된 특성화된 방수계획을 수립하여 TRcM 구조물의 누수원인을 근원적으로 차단함으로써 구조물

의 긴 내구수명과 쾌적한 지하공간이 창출될 수 있도록 하였다.

나) 부재별 방수계획

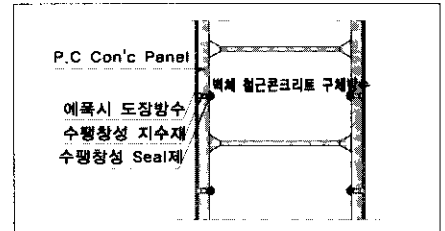
상부 슬래브관방수

- 슬래브관 상부지반 M.S.G 그라우팅 주입으로 지반고결 처리
- 슬래브관 하부 동판 방수처리로 유도배수 계획
- 강관부식 방지를 위한 녹막이페인트 도포



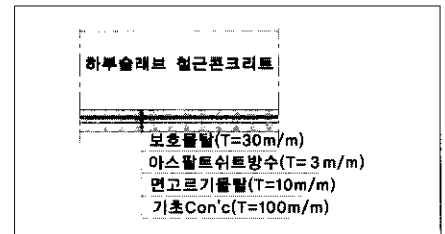
측벽 방수

- Con'c Panel 외측 에폭시 도장 방수
- Panel 이음부 수평창성 지수제 매입
- 벽체콘크리트 구체방수
- 벽체하면 아스팔트시트 방수



하부 슬래브관방수

- 기초 Con'c 상부 면고르기 모로타르 타설 후 아스팔트 방수
- 측벽과 하부슬래브 연결부 밴드 나이트 알갱이 채움



3) 주요 시공계획 및 작업순서도

TRcM 공법의 시공계획중 주요요소로는 강관 추진을 위한 반력벽 설치, 강관 추진후 내부 Gallery관 하부 절단, 지중벽체 인력굴착, 강관 내부 콘크리트 타설시 품질 관리로 나눌 수 있다. 각 공종에 대해서는 표 6과 같은

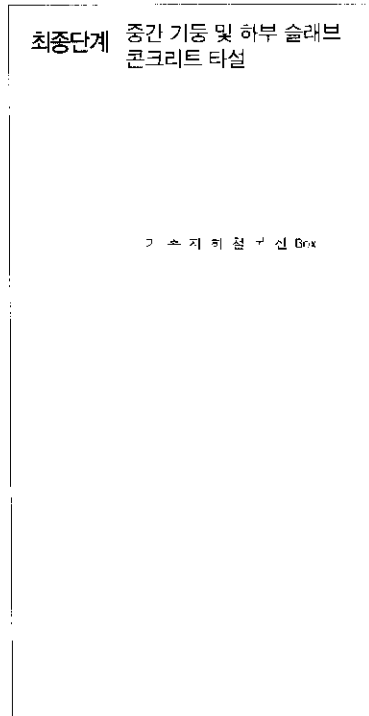
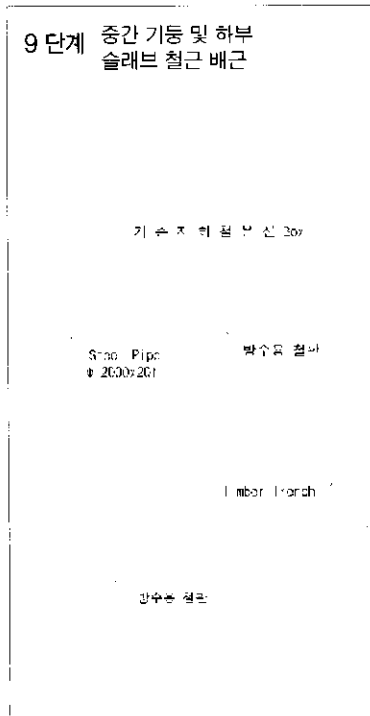
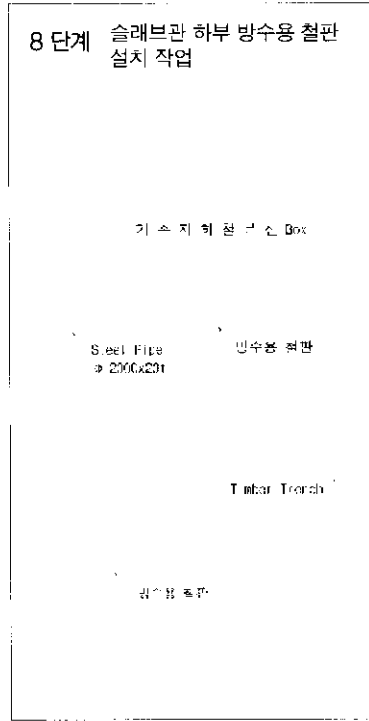
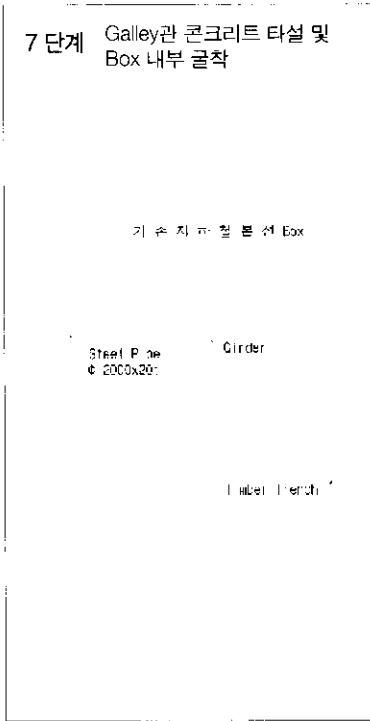
세부 시공방법을 수립하여 품질관리를 실시하고자 한다. 또한 TRcM 공법의 작업순서도는 그림 6과 같다.

표 6 TRcM 공법 시공방법

구분	벽체(Timber Trench) 굴착	강관내부 Con'c 타설	반력벽 설치
시공	■ Gallery관 하부절단후 P.C Con'c Panel 과 Support Jack을 설치하여 단계별 인력굴착	■ 굵은골재 최대치수를 25mm로 제한하여 사용 ■ 초유동 콘크리트 사용으로 강관내부 공극발생 제한	■ Gallery 관 추진을 위한 가설반력벽 구조물 설치
방법	■ Con'c Panel 규격 : $f_{ck} = 210\text{kgf/cm}^2 (1500 \times 400 \times 500)$ ■ 최대굴착연장 : 6.0m 이내	■ 콘크리트 타설완료후 그라우팅 주입관을 통해 추가그라우팅 주입으로 강관 상부공극 채움	■ 특수제작된 강관 압입용 유압 Jack 및 가이드레일 설치 ■ 반력벽 설치규격 : $3500 \times 3500 \times 600$

그림 6 시공순서도





5. 결론

동마장역 건설공사는 기존에 운행 중인 지하철 박스구조물의 상하 좌우를 굴착한 후 정거장을 신설하는 보기 드문 사례이다. 본 공사는 조기착공 계약방식으로 수행되고 있는 토목터키공사로서 도심지 지하굴착 및 기존 구조물과의 연계성 검토, 공용중인 구조물의 해체공법과 환경적인 검토, 운행중인 지하철의 궤도공사기법 등 본 공사에서 당사에 많은 기술 축적이 이루어져야 하겠다.

현재 한참 공사를 진행 중인 TRcM 공법에 대해서는 공법 수행 완료후 언더피닝공법과의 비교경험 축적, 공사실행이나 공사의 난이도 등을 실질적으로 평가해 볼 수 있는 기회로서 현재 해석된 설계값과 계측데이터 비교 등을 통한 정량적 평가와 투입된 현장기술자들의 경험을 통해 본 평가결과를 다각적으로 분석하고 자료화 할 것이라는 계획을 말씀드리며 소고를 마친다.

공동주택 조경특화를 위한 인근 토목현장 수목이식 및 활용방안



최 홍 목 _ 통영한진그랑빌비치 신축공사 현장소장

1. 서 론

최근 주택건설 업계에는 마감자재의 고급화 및 단지 차별화가 급속히 확산되고 있다. 아파트의 고급화 및 차별화 추세는 건설업체의 치열한 분양 경쟁과 더불어 쾌적한 주거환경을 요구하는 수요자들의 의식구조 향상에 비롯된다고 할 수 있으며 수요자들의 아파트 선호도 변화는 물론 재산적 투자 가치를 결정 짓는 주요 요인으로 작용하고 있다. 주택분야에서의 수주 및 분양에 성패를 좌우한다고 볼 때, 아파트 차별화 전략은 불가피한 현실이다.

이런 현실에서 수목은 자재의 사전확보 차원에서 미리 반입하여 두는 것도 공정의 원활한 추진을 위해서 바람직한 일로 당 현장은 인근에 당사에서 시공중인 토목현장(진주-통영 고속도로/진동 우회도로/가조연육교)이 있어 도로 개설구간의 벌목예정인 수목을 선별하여 이식함으로써 수목이식 활용으로 아파트 옥외 공간을 차별화하고 실제 입주시점에 미려한 경관과 함께 하자율을 감소, 단지 조성의 차별화 목표 달성과 함께 원가절감을 꾀하고자 한다.

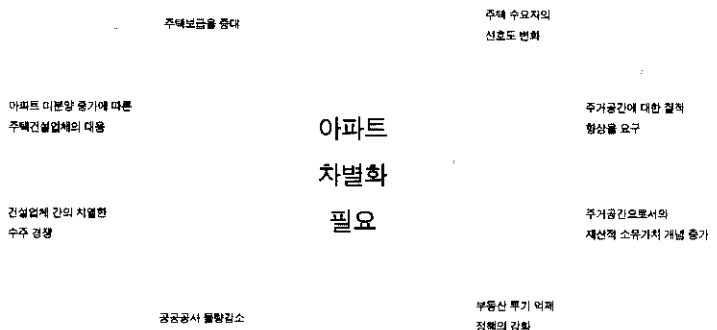


그림 1 아파트 차별화의 발생 개념

2. 아파트 단지내 조경 특화 방안

단지내 조경 특화를 위한 방안으로, 가식장 확보를 통한 조경수목의 조기 반입과 조경공사를 조기에 착수하여 입주시 조경수목이 활착된 형태가 될 수 있도록 하며, 인근 도로현장의 벌목 대상 수목을 활용함으로써 단지내 조경을 특화시킴과 동시에 원가절감에 기여하고자 한다.

2.1 조경수목의 조기 반입

2.1.1 식재지반

- (1) 조성공사에서 지역의 토질이 수목의 생육에 대하여 적당한가를 판단 필요한 조치를 취함
- (2) 식재면 위로 돌출된 각종 잔재의 철저한 정리

2.1.2 가식장의 사전확보 및 조성



그림 2, 3 가식장 조성공사

- (1) 인건비의 절약과 시공의 편리성을 위하여 반입 측

시 식재가 가능한 시점에서 수목을 반입하는 것이 타당하나 인근 토목현장의 벌목예정인 수목(해송 및 육송)을 선별하여 조경공사 특화에 유용하여 가식장을 사전 확보

- (2) 가식장은 사질토로 배수가 잘되고 관리가 용이한 현장 부지내에 선정
- (3) 가식되는 수목은 정식된 수목에 준하여 관리를 시행, 수시로 수목의 생리적인 상태를 파악

2.1.3 조기 반입 수정 및 시기 결정

- (1) 운반을 위한 가지치기가 불가피한 대형수목을 우선적으로 반입
- (2) 수목 확보 및 일시 수급이 어려운 수종을 우선적으로 반입
- (3) 고사우려, 현지 식재 지반의 적응기간이 필요한 수목
- (4) 인근 현장에서 확보된 활용 가능 수목



그림 4 조기반입된 느티나무



그림 5 조기반입된 왕벚나무

2.2 조경 공사 조기 착수

구 분	2002년		2003년								2004년								2005년		비고
	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4					
1 차 사업	물조공사																				
	바람공사																				
	부대토목																				
	조경공사																				
2 차 사업	물조공사																				
	바람공사																				
	부대토목																				
	조경공사																				

2.3 인근 토목현장의 벌목대상 수목 활용

이식 예정 수목

2.3.1 현황조사

사업장을 중심으로 인근의 공사현장 현황을 조사하며 경제성 및 운반거리를 고려하여 조사반경을 결정한다. 또한 수목을 많이 확보할 수 있는 곳을 우선적으로 파악하며 예정된 공사 현황을 조사한다. 대상 현장별 세부조사시에는 분포되어 있는 수종 및 수량, 토양상태 및 작업조건을 조사하며, 수목의 굴취 및 반출 협조 가능 여부와 관련법규의 저촉여부가 있는지도 자세히 조사해야 한다. 당 현장은 인근에 당사 토목현장과 이전 계획중인 한진 타코마 마산공장이 있어 긴밀한 협조를 통한 수목확보 및 이식작업이 용이하였다.

표 1 타 현장과의 거리

현 장	이 식 거 리
진주-통영간 고속도로 현장	5~ 20km
진동 우회도로 현장	50km
가조 연육교 현장	30km
한진타코마 마산 공장	60km

2.3.2 활용대상 수목 선정

우선 향토수종을 선정하며, 대형목을 비롯한 경관적 가치가 높은 수종을 선정한다. 또한 이식한 뒤 하자발생율이 적고, 이식작업이 작업이 용이한 수목을 선정하여 손상되지 않도록 조치한다.

표 2 당현장의 수목 확보 수량

수목 종류	수량(주)	수목 종류	수량(주)	수목 종류	수량(주)
소나무	350	동백나무	70	철쭉나무	150
대나무	500	목련나무	20	사철나무	20
향나무	500	종려나무	40	호발톱나무	20



(a) 향나무(진주-통영고속도로현장)



(b) 동백나무(진주-통영고속도로현장)



(c) 소나무(진동 우회도로 현장)



(d) 소나무(진동 우회도로 현장)



(e) 동백나무(가조연육교 현장)



(f) 소나무(가조연육교 현장)

2.3.3 이식 계획의 수립

이식예정 수종, 규격, 수량 및 소요비용을 산출하며 가식 후 조경공사의 일정을 고려하여 계획한다. 수종별 적정 이식시기 및 해당 현장의 굴취 가능 시기를 고려하며, 교통 여건 또한 파악한다. 가식되는 수목은 정식된 수목에 준하여 관리할 수 있도록 하며 수시로 수목의 생리적인 상태를 파악할 수 있도록 한다.

2.3.4 굴취 작업 및 운반작업

(1) 굴취 작업

- 1) 사전에 뿌리부분의 흙의 수분을 조절하여 분을 뜨는데 지장이 없도록 함
- 2) 수목의 운반시 상·하차시 주의
- 3) 뿌리분 굴취는 뿌리목 부위의 잡초 제거 및 잔뿌리가 떨어져 나가지 않도록 주의

(2) 운반 작업

- 1) 차량 진입로 확보 및 운반여건 및 수목의 종량에

따른 운반 도구 준비

- 2) 운반거리 및 소요시간과 일기조건을 고려한 사전 준비

2.3.5 가식작업

(1) 식재시 주의사항

- 1) 운반 및 수목 식재시 수목 뿌리분의 파손이 없도록 주의
- 2) 반입된 수목의 당일 식재 원칙, 식재 불가능할 경우 소상 예방조치
- 3) 식재 수목의 위치 조건 고려 및 배수 양호하도록 작업

(2) 식혈작업 및 지주목 설치

수목을 식재할 곳은 가능한 깊게 파되 토질이 불량하거나 뿌리의 활착에 영향을 줄 수 있는 오물 및 자갈을 골라낸 후, 양질의 토사만을 모아 구덩이에 되메울 수 있도록 준비



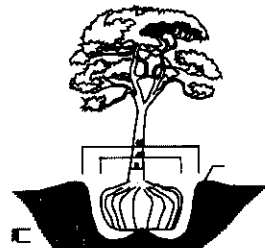
수고 1m 미만 수목



수고 1m~2.5m 미만 수목



수고 2m~3m 미만 수목



수고 3m 이상 수목

그림 6 수고별 식혈작업



그림 7 수고별 지주목 설치 상세도

3. 조기반입 수목 및 활용 수목관리

3.1 가지치기

가지치기와 잎의 제거는 분의 크기, 뿌리의 세균 보존상태 및 수세 등을 고려하여 실시하되 지나치지 않도록 주의하고, 꽃이나 열매 등은 제거하여 저장된 영양분의 소모를 막도록 한다. 그리고 수형 조절을 위한 가지치기는 도장지, 교차지, 쇠약지, 밀식지 등을 제거하며, 잎량이 많을 경우 존치 필요가지와 측지를 교대로 제거하여 가지가 균일하게 수관 전체에 배열되도록 한다. 또한 이식 후 과도한 잎제거는 수목의 생육활동에 지장이 있으므로 주의하며, 9~10월경의 잎제거는 하지 않는다.

3.2 수간보호

수분증발과 병충해 및 나무껍질의 피해 등을 예방하기 위해서 줄기에는 새끼를 감고, 진흙을 바르거나 녹화마대를 둘러 결속하도록 한다.

3.3 물주기 및 약제 처리

이식 뒤의 주변 토양이 건조할 경우에는 충분히 물을

주되, 지나친 물주기는 토양 안의 공기량을 줄이고 토양 온도를 저하시켜 수목의 활착에 좋지 않으므로 주의한다. 이식이 곤란한 수종과 뿌리목 15cm 이상의 수목은 활착을 돕기 위하여 발근촉진제를 투여하고 증산억제제를 살포하며 필요한 경우에는 수간주사로 영양분을 공급하여 주도록 한다.

3.4 병충해 방제

이식 후 뿌리의 잔뿌리에 손실에 따른 수세 약화로 병충해 발생이 우려되므로 병충해 방제에 주의한다.

3.5 차광망 설치

지나친 일사량으로 수목의 피해가 우려되는 경우에는 차광막을 설치하여, 햇빛을 가리도록 하고 바람에 날리지 않게 단단히 고정한다.

3.6 관리용 명패 부착 및 울타리 설치

이식수목에는 관리용 명패를 달아 수종별 고유번호를 명기하고 수목원 및 이식시기 등 수목관리에 필요한 사항을 기재하여 관리하도록 한다. 또한 외곽으로는 수목의 도난 및 훼손방지를 위한 울타리를 설치한다.

3.7 수목식재공사시 주요검사 항목

시공확인 시점	주요검사 항목
부토반입전	- 건설잔재와 가설물의 정외반출 여부 확인 및 운반거리, 운반조건 확인 - 반입토사의 토취장 확인 및 양질토사 여부 - 현장여건에 따른 시공부의 순서 확인 - 각종 맨홀 및 지하구조물의 보호조치 및 매몰방지표시행여부 - 단지내 비산, 먼지 저감대책 시행

시공확인 시점

주요검사 항목

가식장	- 가식장소 토질 확인 및 급배수 체계 점검
식재면 고르기 후	- 평탄성 및 돌 제거, 이물질 제거 - 면고르기 전 강우 등에 의한 다지기 실시 - 표면수의 배수처리 적정성 및 역구배 발생시 배수로 조성 및 빗물받이에 연결 여부 - 부모 및 미운덩 부위의 지점 높이 및 두께 확인
수목검수	- 각종 규격 확인(수고, 수목, 근원직경, 흉고직경, 수관 폭 등) - 각종 병해 또는 인위적인 피해 여부 확인 - 굴취부의 크기 및 상태(가뭄분, 파손분 등) - 수형불량(주간절단, 주간굴곡, 도장수목 자람세불량, 편기수목, 주간생각)
수목반입시	- 수목품질 사양서에 따른 접수 - 반입시 동일수목, 식재전 지주, 비료반입 완료 여부 확인 - 불합격 수목의 장외반출 여부 확인
수목식재시	- 식재평면도에 따른 식재위치의 적합 여부 - 반입후 즉시 식재완료 여부 및 가식장 활용 여부 - 프라이버시 침해지의 식재위치 조정 - 사양서에 따른 수목간의 간격, 건물 및 배란다 보도에서의 이격거리 - 식재시 시비 여부와 시비량 - 고무밴드나 와이어, 비닐 등의 제거 여부 - 현장안의 소운반사 수목의 뿌리분 파손 여부 - 식재 기준 이행여부, 검수 불합격 수목 식재 여부 - 사양서 상 식재순서 준수 여부 - 활착에 필요한 조치 시행
수목식재후	- 식재후 즉시 물주기 실시 여부 - 돌 고르기 및 잔재 장외 반출 - 식재후 즉시 지주 설치 - 양생조치의 시행
지주설치시	- 상세도에 따른 지정된 매설깊이 확인 - 매설각도 및 체결부위의 적정성 확인 - 지주결속시 수간보호 철저 - 수목규격과 위치에 따른 지주유형 결정 적정성 판단 - 설치방향이 도로나 건물에 나란히 설치

4. 결 론

아파트의 차별화 발상 개념으로 출발한 인근 토목현장 별목대상 수목 활용방안은 당 현장에서 필수적인 대책이며 이는 앞으로 아파트 단지조성의 고급화 및 차별화 목표달성과 더불어 원가 절감에 큰 영향이 있을 것으로 기대된다. 특히 수목 활용방안의 세부적인 기대효과를 살펴보면,

- (1) 동일예산 범위내에서 양질의 수목 확보는 물론, 수량에서도 설계수량 보다 많은 수목을 단지내에 식재할 수 있다.
- (2) 조경설계 도면상의 소나무 규격은 R:10~15(10년생 이내)이므로 단지내 조경특화에 한계가 있으나, 이식된 노송을 단지내 곳곳에 배치함으로써 품격있고 중후한 아파트 단지를 조성할 수 있다.
- (3) 일반나무의 식재가 곤란한 아파트 측벽 및 좁은 통로 구간에는 대나무를 식재하여, 완성도 높은 조경을 꾀할 수 있다.
- (4) 아파트 각동마다 감나무 및 유자나무를 식재하여 입주민들이 유실수를 관리하고 수확할 수 있는 자연 친화적 단지조성이 가능하다.
- (5) 단지 중앙 및 Sunken Zone에 고목을 식재하여 마을의 정자나무 효과를 연출함으로써, 도심생활 속에 옛정취를 느낄 수 있는 최고의 아파트 단지를 조성할 수 있다.

ISO 9001 : 2000년 개정판 개요 및 품질시스템 개정 내용

품질환경팀

1. 서론

당사에서 외부 인증기관의 인증을 받아 유지하고 있는 ISO 9001 품질경영시스템의 국제규격 요건이 2000년부터 전면 개정됨에 따라 당사에서도 신규 규정에 따른 품질경영시스템의 변경 및 전환심사가 필요하게 되었으며, 본 시스템은 전사 임직원의 이해와 공감을 필요로 하므로 ISO 9000 품질경영시스템의 개요와 개정 내용, 개정에 따른 당사의 대응 및 변경 사항에 대해 간략히 소개하고자 한다.

2. ISO 9000 품질시스템 인증 제도

2.1 ISO 9000 인증제도란 ?

1987년 국제표준화기구(ISO)가 제정한 품질경영 및 품질보증에 관한 국제 규격에 의하여 제품 또는 서비스를 제공하는 조직의 품질시스템을 평가하고, 자격을 갖

춘 제 3자 인증기관에 의하여 평가함으로써 품질보증 능력과 신뢰성을 인정해주는 제도를 말한다.

2.2 인증제도의 주요 목적

- 1) 품질경영체제의 목적 달성 및 유지 개선
- 2) 조직내 업무활동 체계의 확보와 업무능력 개선
- 3) 외부 인증기관을 통한 지속적인 인증심사 및 개선 활동을 통하여 고객을 포함하는 이해관계자로부터의 신뢰감 확보
- 4) 조직 내외부의 의사소통 체계를 명확히 하여 고객과 이행관계자의 기대 및 요구를 충족시킬 수 있는 내부의 능력을 갖게 하고 이에 부응하는 조직 내부의 활동프로세스의 변화를 추구하며 나아가 조직의 이익과 모든 고객 및 이해관계자의 요구사항을 만족시킨다.

2.3 ISO 9000 인증 제도의 필요성

- 1) 품질경영시스템의 국제화(세계 120개국 이상이 국가표준으로 채택하고 있음)
- 2) 선진국과의 상호 품질 인증체제의 구축 및 무역/기술장벽에 대응
- 3) 기업경영의 효율성과 품질의 신뢰성 확보
- 4) 제 3자 인증제도 도입으로 고객에 의한 중복감사 배제
- 5) 전기법의 시공능력 및 용역능력 평가(시행규칙 제 47조)시 ISO 9001/14001 각각 0.5점의 가산점 부여
- 6) 또한 전기법에 규정되어 있는 품질보증계획 수립 대상 공사의 보증계획 요구사항은 ISO 9001에서 요구하는 요건을 그대로 반영하여 적용
- 7) 국내/해외 대형공사 입찰시 ISO 9001 인증서가 필수적으로 요구

2.4 ISO 9000 기본 규격의 구성

기본규격 구분	개정전 (ISO 9000:1994)	개정후(ISO 9000:2000)
ISO 9000	품질경영과 품질보증 - 선택과 사용에 대한 지침	좌동
ISO 9001	설계/개발, 제조, 설치 및 서비스의 품질보증모델	
ISO 9002	품 질 제조와 설치의 품질보증모델	ISO 9001 으로 통합
ISO 9003	최종 검사 및 시험의 품질보증모델	
ISO 9004	품질경영 및 품질시스템 요소 - 품질개선에 대한 지침	좌동
ISO 10011, 10012, 10013 외 다수	품질시스템 심사지침, 측정장비 품질보증 요구사항, 품질매뉴얼 개발 지침 등 다수의 지침이 ISO 9000 Family로 개발되어 있음	

2.5 ISO 9000과 유사 규격

- 1) 현재 ISO 국제표준화기구에서 제정한 규격 중 ISO 9000과 유사한 규격은 ISO 14000 환경경영 체제가 있음
- 2) 안전분야로는 OHSMS 18001이 있으나 ISO 규격으로는 제정되지 않고 ILO에서 제정 공표하였으며, 국내에서는 KOSHA 2000 프로그램과 K-OHSMS 18001로 인증제도를 운영하고 있다.
- 3) ISO 9000을 기반으로 한 정보통신의 TL 9000, 항공우주의 AS 9100, 공공부문의 PM 9000등은 전문분야별 품질경영시스템이며, 별도로 정보보안을 위한 ISO 17799 등으로 확대 보급되어 가고 있다.
- 4) 자동차 부품의 품질 인증을 위하여 미국의 자동차 빅3가 요구하고 있는 QS 9000 인증제도는 ISO 9000의 요구조건 위에 자동차만을 위한 특정 요구조건을 추가한 것이라고 볼 수 있다.

2.6 ISO 9000과 한국산업규격

- 1) 산업자원부에서는 ISO 9000을 원문대로 번역하여 KS A 9000으로 제정 공표하여 사용하고 있으며, 단지 번역하여 공표하는 시간상의 차이로 규격의 년도 표기가 서로 다를 수 있다.
- 2) 이에 따라 이번에 개정된 ISO 9001:2000은 KS A 9001:2001규격과 동일하다.

3. 당사의 ISO 인증현황

3.1 인증 현황

- 1) ISO 9001 품질보증시스템 및 ISO 14000 환경경영 시스템
 - 1995년 2월 : ISO 9001:1994를 미국 인증기관인 ABS /QE 에서 인증 취득
 - 1996년 12월 : ISO 14001:1996을 미국 인증기관인 ABS /QE 에서 인증 취득
 - 매 1년마다 사후관리심사 및 매 3년마다 갱신심사를 받아 인증 유지
 - 1997년 12월 인증기관을 KFAQ(한국품질재단 품질인증센터)로 변경하여 인증 유지
 - 2000년 12월부터 유효기간 3년인 싱가포르의 품질 시스템: PSB인증서를 IQ-NET에 의거 취득

- * IQ-NET은 당사 인증기관과 국제 인증기관과의 상호 인증제도인 IQ-NET에 의거 서류심사만으로 인증서를 수여하는 제도
- * 싱가포르에서는 해당 인증서가 없는 경우 건설공사에 참여할 수 없음

4. ISO 9001 품질시스템의 개정

4.1 개정현황

- 1) ISO 9000 품질시스템은 1987년 최초로 제정된 이후 1994년에 1차 개정되고 2000년에 다시 개정되

었다. 이는 약 6-7년 정도에 한번씩 개정되는 것으로 국제규격을 공표한 후 세계 각국으로부터 문제점 및 개선안을 취합하여 각국의 기술위원들이 협의를 거친 후, 개정안을 만들도록 내부적으로 규정되어 있는 것에 따르는 것이다. 이를 통하여 언제나 고객이 만족하는 규격을 만드는데 힘을 쓰고 있으며 이것은 지속적 개선을 통한 고객만족의 좋은 예가 될 것이다.

- 2) ISO 9001:2000은 2000년도에 개정판을 공표하고 2003년 12월 16일까지 유효기간을 두어 이 기간내에 모든 회사가 개정된 규격에 맞도록 시스템을 개정 보완하고 심사를 받아 인증서를 유지하도록 요구하고 있다.
- 3) 이에 따라 당사에서도 2003년 10월 중순을 개정 전 환심사 기간으로 예정하여 업무를 추진하고 있다.

4.2 개정 동기

- 1) 기존 규격이 제조업 위주로 작성되어 타 업종에 적용시 문제점 발생
- 2) ISO 9001 / 9002 / 9003으로 구분되어 있는 현행 체계의 문제점 해소
- 3) 문서화 요구 사항에 대한 문제점 발생에 따라 업무처리를 문서화 중심에서 업무 질 개선 중심으로 변화
- 4) 품질방침 및 목표에 대한 실행의 개념이 부족하여 경영목표 달성에 회의
- 5) 타 시스템(환경경영, 안전경영, 정보화경영 등) 등과의 병용성 증대 필요

4.3 중요 개정 내용

- 1) 품질보증모델에서 품질경영시스템으로 규격의 명칭 변경
- 2) 기존 20개 규격 요구사항을 PDCA(계획, 실행, 점검, 개선조치) Cycle을 위주로 한 5개 규격 요구사항으로 통합하여 조정
- 3) 경영시스템 운영성과를 극대화하기 위하여 프로세스 접근방법 도입
- 4) 방침과 목표를 수립하고 그 목표를 달성하기 위한 시스템으로의 전환
- 5) 문서화 요구사항에 의한 문서 위주의 시스템이 아닌 프로세스를 통한 성과개선에 역점을 둔 시스템으로의 변경
- 6) 시스템의 주체로서의 인적 자원의 필요성을 강조
- 7) 고객만족에 대한 실증을 요구하여 실질적으로 고객 요구사항을 경영에 반영하도록 요구
- 8) 데이터의 산출 및 분석을 통한 지속적 개선에 초점을 맞추도록 요구
- 9) 최고경영자의 역할을 강조(리더십)

4.4 ISO 9001:2000의 핵심 내용

ISO 9001:2000년도 개정판의 핵심내용은 다음과 같다.

■ 최고경영자의 의지

- 최고경영자의 의지를 객관적으로 입증하도록 요구

■ 절차를 기본으로 한 접근방식

- 입력과 출력을 전제로 한 프로세스(Process) 접근 방식 요구

■ 지속적 개선을 전제로 한 시스템의 성과와 효과성 확보

- 투입한 자원만큼 성과를 얻도록 시스템 운영 요구
- 측정 가능한 품질목표 수립 및 주기적인 모니터링 요구

■ 고객만족 달성

- 고객만족은 품질경영의 궁극적인 목표
- 고객 요구사항을 파악하여 고객만족을 달성토록 요구
- 고객만족에 대한 모니터링

4.5 ISO 9001:1994와 ISO 9001:2000 규격 요건의 비교

변경 전 규격과 변경된 규격의 요건은 다음과 같다.

ISO 9001:1994	ISO 9001:2000
42 품질시스템	
45 문서관리	4장 품질경영시스템
416 품질기록관리	
41 경영책임 423 품질기획	5장 경영책임
4122 자원 418 교육훈련	6장 자원관리
43 계약검토	
44 설계	
46 구매	
47 고객지급품	
48 식별 및 추적성	7장 제품실현
49 공정관리	
411 검사측정 및 시험장비	
412 검사 및 시험상태	
415 취급, 보관, 보존 및 인도	
419 부가서비스	
410 검사 및 시험	
413 부적합품관리	8장 측정, 분석 및 개선
414 시정 및 예방조치	
417 내부감사	
420 통계적기법	

5. 당사의 ISO 9001:2000 개정 현황

5.1 개정 진행 현황

당사는 ISO 9001:2000 규격 요구조건의 개정에 따라 2002년 말부터 개정 작업을 진행하였다.

개정작업의 효율성과 효과적인 시스템을 구축하기 위해 외부의 교육, 지도를 받아 시스템 개정작업을 진행하였으며 개략적인 내용은 다음과 같다.

- 1) 기존 품질시스템의 문제점을 분석하고 개선안을 도출하여 개정된 국제규격과 조화를 이룰 수 있도록 보완
- 2) 각 팀의 업무 진단과 협의를 통하여 기존 업무가 최대한 시스템에 병합될 수 있도록 개정 작업에 반영
- 3) 기존에 작성되어 있는 절차서를 직원들이 쉽게 이해하고 적용할 수 있도록 단순화하며 핵심 업무 위주로 표현을 할 수 있도록 작성
- 4) 품질경영성과제도 및 지속적 개선을 위한 기본 프로세스의 작성 및 도입

5.2 중요 개정내용

1) 문서 구조의 개정

- 매뉴얼은 기존 매뉴얼의 형식과 동일하며 단지 새로 개정된 형식에 의거 요구조건의 순서 등을 새롭게 구성하였다.
- 절차서는 기존 절차서가 서술적으로 작성되어 이해하고 적용하는 데 쉽지 않다는 의견에 따라 업무

의 흐름을 위주로 하는 Process Map 형식으로 전면 개정하였으며, 업무 진행상 필요한 상세한 내용은 별도의 지침서를 작성하여 이용하도록 하였다.

* 이에 따라 기존에 발행된 품질관련절차서는 전면 폐기하고 새로 발행된 프로세스 문서를 적용한다.(7월 중 발행 및 적용)

* 품질업무절차서의 개정에 따라 환경관련절차서도 문서 형식의 일관성을 유지하기 위하여 개정 전환심사 이후 개정 예정이며 품질환경통합문서로 관리할 예정이다.

- 프로세스 문서는 당사의 핵심 비즈니스 Map에 대한 프로세스를 작성하였으며 각 프로세스는 해당되는 사규의 규정, 세칙 및 지침과 연계성을 갖도록 구성하였다.

(첨부 "핵심업무 프로세스 Diagram" 참조)

- 현장 품질계획서는 기존 품질계획서와 동일한 형태로 작성하였으나 불필요하게 중복되거나 형식적인 미사여구 등을 전면 삭제하고 실질적인 현장 업무 수행을 위한 계획 수립 및 이행 위주로 작성하여 품질계획서의 양을 대폭 줄일 수 있도록 하였다.

· 개정전업무절차

ISO9001:2000 요건

개정후 업무프로세스

- 3.

* 전체 문서는 개정전 37개 업무절차서가 46개 업무 프로세스로 개정되어 9개 문서가 증가되었으며, 증가된 이유는 다음과 같다.

- 제품실현 부분에서 현장의 공사 진행 순서에 따른 업무 프로세스 전개로 인하여 11개가 추가됨
- ISO 9001:2000에서 목표관리, 고객만족 및 프로세스 개념이 추가되면서 관련 업무절차 4개가 추가됨
- 기타 문서관리 관련된 부분에서 일부 절차가 감소되었음
- 본 개정 작업의 특징은 서술적인 문서화된 것이 업무순서를 위주로 하는 절차 형식으로 전환되면서 기존의 절차에서 사용되던 불필요한 설명, 미사여구, 업무상 필수적으로 필요한 내용이 아닌 사항들이 모두 삭제되었으며, 이에 대한 보완사항으로 필수적으로 필요한 운영지침서를 개발 작성하여 업무 이행에 사용하도록 할 예정이다.(예 : 문서파일링 운영관리지침서, 검사 및 시험계획 작성 및 운영관리지침서, 계측기기 자체교정 지침서 등)

3) 품질경영성과관리제도의 도입

- ISO 9001:2000 요구사항 중 중요한 사항이 각 계층에서 품질목표를 수립하고 측정하여 개선하도록 요구하고 있는 것을 충족시키고 품질경영시스템이 실질적으로 회사 경영 목표 달성에 도움이 되도록 하기 위하여 품질비전/방침을 정하고 전략 목표를 설정하여 장기적으로 각 팀/현장에서 품질목표를 수립하고 이행할 수 있도록 하는 체계를 구축함
- 본 성과관리제도는 효율적인 목표관리를 위하여

BSC(균형성과관리)의 개념을 적용하여 재무, 고객, 프로세스, 학습/성장 등 4개 관점에서 목표를 관리할 수 있도록 하고 있다.

- 각 팀/현장에서는 전사 전략목표를 달성하기 위한 팀/현장 목표 및 핵심성공요인(CSF)을 정하며, 세부 이행계획을 수립하여 이행하도록 하고 있다.
- 특히 성과 측정을 명확히 하기 위하여 CSF에 대한 KPI(핵심성과지표)를 정의하도록 하고 있으며 이는 장기적으로 효율적인 성과관리제도를 정착시키기 위한 기초가 된다고 볼 수 있다.
- 당사의 품질 및 환경 경영 비전, 방침 및 목표와 핵심성공요인은 다음과 같다.

(주)한진중공업 건설부문 핵심업무 프로세스 Diagram

Key Process	지원업무	업무 흐름 및 중요 업무 활동	핵심업무	핵심 업무프로세스	운영관리지침서	관련 사규
경영지원	경영비전 제시 핵심 가치나스 파악 경영 방침 및 목표 설정 년도 경영목표 수립 성과관리시스템 구축	사업별 고객 요구사항 파악 및 결정 품질경영시스템 구축 중장기 사업계획 수립 중장기 품질경영방침 및 전략 목표 결정 인도 팀/현장별 사업 목표 및 세부목표 수립 팀 현장별 세부 이행계획 수립 팀 현장별 이행계획에 따른 성과 평가 및 개선 경영 검토 · 주간업무보고 · 월간 실적보고 · 분기별 실적보고 · 연간 사업실적보고	품질방침/목표 설정 중·장기 목표수립 사무 이행계획 CSF / KPI 설정 품질경영 성과관리 경영자 감독 내역 수집 및 자료작성	방침 및 목표관리 P. 품질경영성과관리 업무 P. 경영검토 업무 P. 지속적 개선 업무 P.		재무관리규정
	필요 자원의 확보/지원 · 인적자원 · 기안구조 · 업무환경	자원 확보 / 배치 / 운영 교육훈련 건설기계 장비 관리 자격관리 작업환경 관리	자원 필요성 검토 · 적격성 확인 · 교육필요성 검토 · 자격 요구사항 검토	교육훈련 관리 P. 자격인증 관리 P. 건설기계 관리 P. 작업환경 관리 P.		인사규정 교육훈련 규정 건설기계관리규정
제품개발	수주 정보 건축 업무 입찰서류 준비 계약내역 작성 설계 입제 선정 설계 허가 취득 보완업무 진행 현장조청 산출 초기공사 지원 투입 시공계획 발표회 실행예산 편성 협력업체 선정/가약 협력업체 투입 차재/장비/비용 투입 가솔기가 지원 및 관리 공사 진행중 실적관리 공사 변경 계약 준공 청산 준공 평가 공사기록자료 관리 하자처리 업무	사업계획안 수립 · 기획설계 · 타당성 검토 사업추진 결정보 기획 설계 실시설계 진행/관리 · 설계 계획 · 설계 입력/출력 · 설계 검토/결정 분량관리 계약관리서류 접수 사전 조사, 설계 및 시공성 검토 현장 개설 시공계획 수립/초기공사 투입 · 현장 개설 통보 · 인원/조직 구성 · 기기, 비품 투입 · 대관, 발주처 업무 · 공정계획 수립 · 인력 투입 계획 · 차재/장비 투입 계획 · 품질/환경/안전계획 본공사 준비 · 협력업체 선정 · 실행예산 확정 · 공통물 시공계획 수립 · 시공도면 작성/승인 · 자체공급원 승인/허가 · K.O.M./Sample 시공 본공사(작업) 시험 및 관리 · 작업관리 · 차재관리 · 고해지급물관리 · 특별공정관리 · 식별 및 추적관리 · 검사장비 관리 · 진도관리 · 공정현황/질제 보고 · 민원관리 · 품질/안전/환경관리 · 검사 및 시험 관리 · 부적합물 관리 공사비 관리 · 실행예산 관리 · 관 기성관리 · 하도금 기성관리 · 에스칼레이션 관리 · 물체일 일우 · 설계/계약변경 일우 준공 처리 업무 · 준공청산보고 · 공사기록자료 보관 · 현장 철수 업무 · 준공검사 · 발주처 준공처리일우 유지관리/사용 검사 및 시험관리 · 인수검사 · 공장검사 · 최종점차일우 · 품질시험 · 고해만족도 조사 · 내부품질조사 · 프로젝트 모니터링/측정 · 무적협상 관리 · 측정 / 평가 결과 데이터 분석 · 시장 및 예방조치 / 지속적 개선	수주 타당성 검토 계약 검토 계약 내용 및 한정여건 검토 공사 시공계획서 작성 품질/환경/안전계획서 작성 농업도 작성 대관신고일부 공동발주공과회 작성 시공도면 작성/승인 소모되지 및 지근지재 대상 파악 및 관리 차재공급원확인 차재 투입 현장 관리 공사일지 보고 필요 개조기기 도입 및 활용 노동 및 기상 관리 US 일우 경제영향관리 계약 검토 및 변경계약 준공 이관서류 준비 공사 기록자료 제출 준공청산서류제출 순차로 인수일계	민간공사 수주영업 P. 관공사 수주영업 P. 계약관리 업무 P. 설계관리 업무 P. 플랜트 설계업무절차 공사계획수립 P. 현장 개설관리 P. 공정관리 업무 P. 협력업체 등록 및 평가 협력업체 선정 P. 현장 설계관리 P. 차재/외차재 구매관리 P. 현장 작업관리 P. 차재 및 제품관리 P. 고해지급물 관리 P. 특별공정관리 P. 식별 및 추적성관리 P. 오너링/확정장비 관리 실행예산 관리 P. 기성관리 P. 설계변경 관리 P. 공사 준공관리 업무 P. 공사기록자료 보관 P. 하자처리 업무 P.	공사관리규정 현장개설, 초기공사 지침 공사관리규정 차재구매업무시행세칙 차재관리규정 차재구매업무시행세칙 차재관리규정 차재구매업무시행세칙 공사예산관리시행세칙 공사관리규정 준공현장 평가지침 공사관리 규정 공사예산관리시행세칙 국내공사하차관리시행세칙	
	품질개선	고객만족도 조사 내부심사/현장점검 업무프로세스 개선 제안제도 운영 및 관리	품질경영 시스템 메뉴얼 업무프로세스 운영관리 지침서 현장품질 시스템 문서 사규-규정/세칙/지침	검사 및 시험계획(IIP) 수립 및 이행 고객만족도 조사 계획 수립 및 결과 활용 NCR 발행 관리 CAP/PAN 발행 관리 시스템 개선일부	인수검사 P. 공장검사 및 시험 P. 고객만족도 조사 P. 내부심사일우 P. 프로세스 관리 P. 부적합물 관리 P. 시정조치일우 P. 예방조치 일우 P. 지속적 개선 P. 시스템문서 작성 P. 시스템문서 관리 P. 기록관리 P. 문서 파일명 통일관리 P. 문서 및 자료 보관 P.	검사 및 스탬프제작서 작성 및 운영지침서 내부심사업무지침서 문서관리내정 인식관리지침 문서관리규정 자료관리규정 문서관리규정 자료관리내정

시스템관리
시스코/리눅스/윈도

데이터베이스
오라클/엑세스

운영관리
지침서

현장품질
시스템문서

사규-규정
/세칙/지침

고객을 최고로 생각하는 신품질 경영과 지속가능 환경경영으로 초우량 기업의 창조

사훈	창의와 신념 성의와 실천 책임과 봉사	창조인 행동인 자유인	인재상
재무 비전(F)	고객 비전(C)	프로세스 비전(P)	학습/성장 비전(L)
• 신품질 경영 정착 • 기업 가치 극대화	• 창조적 품질 실현 • 고객 가치 창출	• 프로세스 품질 혁신 • 기업 경쟁력 강화	• 전 종업원이 참여하는 품질 문화 실현
• 경쟁 우위 품질 실현	• 고객 관계 관리 강화 • 서비스 극대화	• 프로세스 품질 혁신을 통한 생산성 극대화	• 품질 경영 자원 가치 향상
• 품질 경쟁력 강화 • 원가절감 및 수익성 증대	• 고객 서비스 개선 • 고객 만족 실현	• 공사관리 기술력 강화 • 프로세스 효율성 증대	• 인적자원의 역량 향상 • 품질경영 정보시스템
• 시공 능력 증대 • PQ 신인도 점수 관리 • 신기술/공법 적용 • 품질비용 관리 • 실패요소 저감 • 원가 절감 실현	• 고객 유형 파악, 관리 • 고객 서비스 증대 • 고객 불만족 요소 제거	• 공사관리시스템 표준화 • 신기술/공법 개발 • 프로세스 성과 관리 및 개선	• 체계화된 교육 시행 • 전문 인력 양성 • 품질경영 정보 DB 구축

고객을 최고로 생각하는 신품질 경영과 지속가능 환경경영으로 초우량 기업의 창조

사훈	창의와 신념 성의와 실천 책임과 봉사	창조인 행동인 자유인	인재상
재무 비전(F)	고객 비전(C)	활동 비전(P)	미래 비전(L)
• 환경친화적 경영 실현 기업가치 극대화	• 지속가능 환경 경영 쾌적한 지구 환경 창조	• 지속적인 기술개선 환경 오염물질 배출 저감	• 전 종업원이 참여하는 환경 문화 실현
• 전 현장 환경 친화적 건설 사업장으로 운영	• 지역사회의 환경보전 활동에 적극 참여 사회적 책임 준수	• 건설 전과정에서 환경 영향 평가 및 지속적인 저감활동 전개	• 전 임직원의 환경의식 고취와 자발적 참여 확대
• 환경 관련 법규 준수로 PQ 신인도 관리 • 자체 환경 관리 기준강화	• 초기 환경 영향 평가 철저 시행 및 준수 • 지역 사회와 투명한 의사소통 체계 확립	• 환경목표 및 세부목표와 성과관리 철저 시행	• 전 임직원의 예방적 환경 개선 활동 참여
• 시공 능력 증대 • PQ 신인도 점수 관리 • 신기술/공법 적용 • 품질비용 관리 • 실패요소 저감 • 원가 절감 실현	• 환경 영향 평가 • 커뮤니케이션 관리 • 민원 관리 • 환경 보고서 • 환경정보	• 환경투자비 • 환경기술 개발 • 환경성 지표 • 재활용율 • 오염물질 배출량	• 환경 교육 및 훈련 • 환경 전문가 • 외부 환경활동 참여도

우수에 의한 사면 파괴 사례 및 대책



류 기 정 _ 토목설계지원팀 상무
공학박사, 토질 및 기초기술사

1. 서론

용지의 활용을 극대화하기 위해 형성한 인공비탈은 불안정한 상태로 유도되어 활동이 일어나면 큰 재난을 가져올 수 있으므로 어떠한 조건에서도 안정한 상태를 유지하여야 한다. 그러나 공사중인 사면은 예산 등의 사유로 인해 안정을 유도하기 위한 공법 적용 완료전 사면노두가 장시간 방치되어 표면침식 등이 발생하고 있으며 이에 대한 책임은 많은 부분 시공사에서 떠안고 있는 실정이다. 원래 공사후 암사면은 시간이 지남에 따라 풍화가 진행되어 표면침식파괴 등이 발생될 수 있으며 이러한 원인은 여러 가지가 있으나 국내에서는 대부분 우수에 의한 것이 많은 부분을 차지하고 있다. 따라서 물을 어떻게 합리적으로 다스리느냐에 따라 사면에 미치는 악영향을 최소화함으로써 안정성을 확보할 수 있을 것이다. 계절은 어느덧 6월을 넘어 장마철에 진입하고 있으므로 각 현장에서는 공사구간내 형성된 사면의 피해를 최소화하기 위해 대비책을 수립하여야 할 시점이다.

그러므로 본고에서는 공사중 현장에서 발생한 우수나 침투수에 의한 사면의 변상 모습 및 대책을 재조명함으로써 우기철 사면파괴 예방과 대책수립에 도움을 주고자 한다.

2. 사면파괴 메카니즘

대부분의 토목공사나 일부 건축공사에서는 인공적인 사면이 필연적으로 형성되기 마련이며 사면은 시간 경과에 따라 침식이나 풍화의 영향을 받아 강도가 점점 연화되는 특성을 가지고 있다. 그러므로 공사중 사면은 표면의 연화 및 풍화 방지를 위한 표면보호공의 지속적인 역할이 대단히 중요하다. 앞서 밝혔던 우수 및 지하수에 의한 사면 파괴 메카니즘에 대해 좀더 자세히 살펴보면 공사중 사면의 얇은 파괴는 표면 침식과 함께 침투한 지중수가 용출되는 지점을 중심으로 활동면에서의 전단저항력 감소와 활동 토체의 간극수압 증가가 동시에 작용하여 사면이 불안정한 상태로 진전되는 경우가 대부분이다. 현재 국내 대부분의 사

면 설계는 수개 이내의 보링 및 시험 결과만을 토대로 일률적인 표준구배를 적용하여 계획되고 있으므로 파괴의 원인이 될 수 있는 절리, 단층 등의 불연속면 영향 및 유입원의 규모·위치가 자세히 다루어지지 않아 시설계획의 절토사면 구배 및 배수 대책은 현장 상황에 따라 변경되어야 한다. 우수에 의한 사면의 표면파괴 메카니즘과 일반적인 사면파괴 메카니즘은 그림 1~그림 2와 같다.

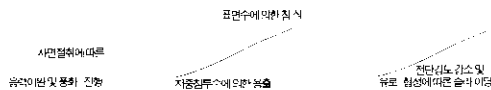


그림 1 우수에 의한 사면의 파괴 메카니즘

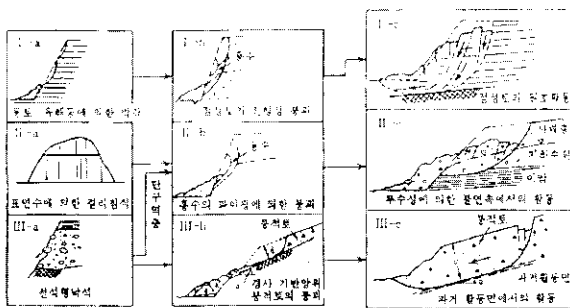


그림 2 일반적인 사면 파괴 메카니즘

3. 사면의 표면파괴에 대한 대책공법 적용 사례

3.1 ○○ 현장

당 현장은 지역에 따라 우수에 의한 표면침식과 슬럼프파괴(slump failure)가 발생하였고 붕괴층 부위에서는 용출수가 출현하고 있어 몇 개소에 토질조사와 함께

집중 호우때 지하수가 용출된 지점 파악 및 현장 조사, 기타 수집된 자료를 토대로 원인을 분석하여 이에 따른 보강공법을 구간별로 다음과 같이 선정하였으며 이를 요약하면 표 1과 같다.

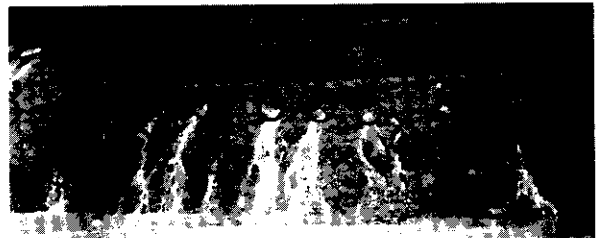


그림 4 집중호우 때 봉적토 지반에서 발생한 침투수의 용출 (○○ 현장)

표 1 각 구간별 보강공법 선정

구 간	사면연장	파괴현황	대책공법
1번 연장	160m	표면부 세굴, 침식	· 소단배수공 + 식생보호공 · 슬럼프 파괴부분은 편책공
2번 연장	100m	법면부 용출, 침식	· 수평배수공 + 매트리스 게비온 · 상부사면 · 일부 매트리스게비온 + 식생보호공
3번 연장	30m	법면부 용출, 침식	· 하부사면 · 수평배수공 + (편책공 + 식생보호공 · 슬럼프 파괴부)
4번 연장	80m	법면부 용출, 침식	· 수평배수공 + 박스게비온 · 사면 식생보호공

1) 1번 연장 구간은 사면 상단부를 기준으로 2, 3째 소단에서 침식이 진전되었으며 연장 5m구간에서의 국부적인 슬럼프 파괴와 6m~9m 높이로 4m~10m 연장에 걸쳐 슬럼프 파괴가 발생하였다. 따라서 파괴된 사면 표토를 제거한 후 편책공을 이용한 사면 되쌓기를 시행하는 것으로 하였으며, 일부구간에서는 우수에 따른 표면부 세굴 및 침식현상이 있으므로 상부 사면의 표면수가 하부 사면까지 흐르는 것을 방지하기 위해 각 소단에 배수공(벤치플름관, 타설 길이에 따라 종배수구 시공)을 설치하여 표면수를 제어하고, 침식과 세굴을

방지하기 위한 식생보호공을 설치하는 것으로 계획하였다.



그림 5 ○ ○ 현장 1번 연장 구간 사면파괴 대책공법 단면

2) 2번 연장 구간은 여름철 장마후 총 6개소에서 용출수가 발생하였으며 사면 상단으로부터 1m~4m 정도로 넓게 분포하고 있었다. 따라서 용출수를 합리적으로 제어하거나 유도 처리하는 방법이 사면안정에 관건이 되므로 용출수가 관측된 6개 지점에 수평배수 수발공을 설치하였다. 또한 그 윗부분에는 매트리스 게비온을 설치해 표면수 제어, 침식방지와 함께 수평배수 수발공이 설치되지 않은 지점의 용출수에 의한 세굴도 방지할 수 있도록 계획하였다. 아울러 수평배수공을 통해 유도된 용출수는 PE관(100mm)을 통해 U형 측구로 유도하며 이때 피복두께는 약 10cm를 유지하였다.



그림 6 ○ ○ 현장 2번 구간 사면파괴 대책공법 단면

3) 3번 연장 구간의 용출현상은 상단 사면 하단부에서 전구간에 걸쳐 흔적이 발견되었으며 하단 사면은 1개소의 용출수 지역과 슬럼프파괴 현상이 관측되었다. 따라서 용출수를 합리적으로 제어하거나 처리하는 공

법을 강구하여야 하며, 따라서 용출이 관측된 1개 지점에 수평배수 수발공을 설치하고, 슬럼프 파괴 구간에는 파괴된 사면표피부를 제거한 후 편책공을 이용한 사면 되쌓기를 시행하여 이완영역 및 침투수압 작용 시 다소의 토압에 저항할 수 있도록 계획하였다. 상부사면은 확연한 용출은 발견되지 않았으나 전반적으로 용출의 가능성을 내재하고 있으므로 매트리스 게비온을 설치해 표면수 제어, 침식방지 및 부분적으로 발생개연성이 있는 용출수를 제어하는 것으로 계획하였다.

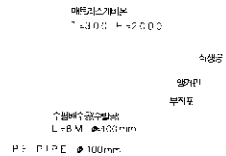


그림 7 ○ ○ 현장 3번 구간 사면파괴 대책공법 단면

4) 4번 연장 구간의 용출현상은 1단 법면 부근에 집중되어 나타나며 현장에서 총 11개소의 용출이 관측되었고 일부 부분적인 용출 흔적도 있었다. 또한 용출로 인해 세굴, 침식이 생겨 용출수를 합리적으로 제어하거나 처리하는 공법이 채택되어야 할 것이다. 4번 연장 구간은 용출지점과 L형 옹벽이 다소 가까워 L형 옹벽 위에 2단의 박스형 게비온을 설치하고 각각의 용출되는 지점에 수평배수 수발공을 시공하고 PE관(100mm)을 이용, 박스형 게비온으로 유도하고 L형 측구 상부의 반원관(300mm)까지 유도하는 것으로 처리하였으며, 이때 박스형 게비온 하부에는 필터역할을 수행할 수 있는 부직포의 설치와 린콘크리트를 타설하여 유도수의 처리가 원활하도록 계획하였다.

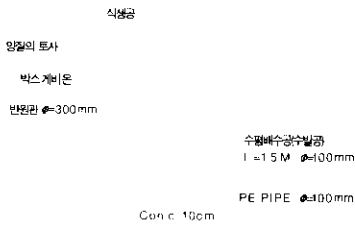


그림 8 ○○ 현장 4번 구간 사면파괴 대책공법 단면

3.2 □□ 현장

당 현장은 □□회관 신축공사중 배후사면의 일부구간에 슬럼프파괴 및 법면 용출수가 출현하고 있어 현장조사, 현장담당자의 관찰사항, 기타 취합된 자료를 토대로 원인을 분석하고 이에 따른 타당한 보강공법을 다음과 같이 선정하였으며 이를 요약하면 표 2와 같다.

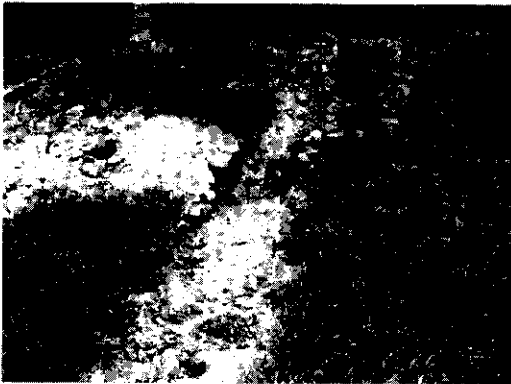


그림 9 용출에 의한 사면 표피부의 세굴, 침식(□□ 현장)

표 2 각 구간별 보강공법 선정

구간	사면현장	파괴현황	대책공법
㉠-㉡구간	44 m	우수 용출에 의한 침식, 표면부 세굴	· 배면 맨암거 + 이완부분 제거후 박스게비온 설치
㉢-㉣구간	21.9m	우수 용출에 의한 침식	· 배면 맨암거 + 슬럼프 파괴부 편책공 + 수평배수공

1) ㉠-㉡ 구간은 침투수에 의해 사면 일부가 유실되고 이완되었으므로 사면 배면부의 침투수 차단이 사면의 변위제어에 중요한 관건이 될 것이다. 따라서 사면의 변위제어를 위해 일정 심도까지 맨암거를 설치하여 침투수를 집수 처리할 수 있도록 계획하였고 이미 이완된 사면부분은 제거후 배수기능이 양호하고, 우수에 의한 침식에 저항력이 강하며, 소규모 토압에 저항할 수 있는 박스형 게비온을 축조하여 사면안정성을 향상시키는 것으로 계획하였다.

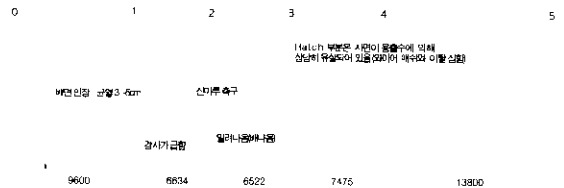


그림 10 □□ 현장 ㉠-㉡ 구간 사면파괴 평면

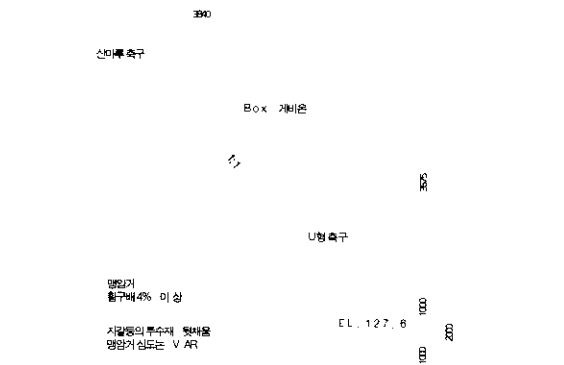


그림 11 □□ 현장 ㉠-㉡ 구간 사면파괴 대책공법 단면

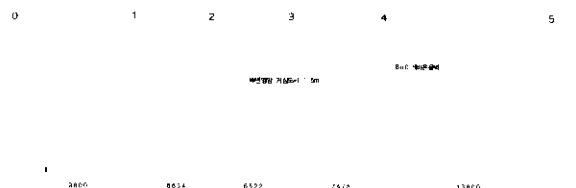


그림 12 □□ 현장 ㉠-㉡ 구간 사면파괴 대책공법 평면

2) ㉔-㉕ 구간의 식생이나 표면부 유실, 표면균열은 침투수로 인해 발생한 슬럼프파괴 및 법면 세굴·침식을 제외하고는 별다른 이상 징후는 목격되지 않았으나 배후사면의 지형이 상당히 완만하여 우수의 유입, 저류가 용이한 특성을 가지고 있으므로 상부 유입수를 차단할 수 있는 맹암거를 일정심도까지 설치하고 비교적 깊은 침투수에 노출된 지점에는 수평배수공을 설치하여 지중내로 유입될 수 있는 우수를 배제하고 파괴 구간에는 이완 지반부를 제거한 후 편책공을 병용한 사면 되쌓기를 시행하여 이완영역 보강 및 침투수압 배제를 계획하였다.

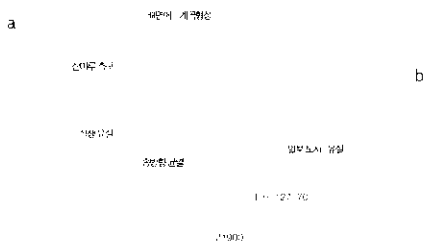


그림 13 □□ 현장 ㉔-㉕ 구간 사면파괴 평면



그림 14 □□ 현장 ㉔-㉕ 구간 사면파괴 대책공법 단면

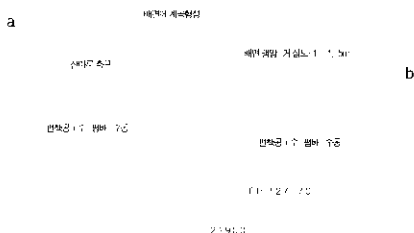


그림 15 □□ 현장 ㉔-㉕ 구간 사면파괴 대책공법 평면

3.3 △△ 현장

△△ 현장의 사면현황은 그림 16과 같이 3~4개의 소단이 형성되어 있다. 지반은 화강암, 화강편마암이 주를 이루고 있으며 그림 16의 A구역은 보통암~연암의 비교적 양호한 암반 상태이나 B구역은 풍화가 상당히 진행된 연암~풍화암 정도의 암반으로 관측되었다. 아울러 사면 표면은 상단 사면부와 법면 일부지역이 장시간 우수에 의한 풍화 및 세굴로 풍화되어 피복되어 있었다. 기존 사면처리는 낙석 방지망은 설치되어 있었으나 법면내 식생은 불량하였다. 표면 배수 시설로는 산마루 측구와 소단 배수구가 PE벤치 플룸관으로 구성되어 있었으나 과다한 변형 및 플룸관내 우수의 세굴, 침식에 의한 토사 및 이물질의 충전으로 제 기능을 발휘하지 못하고 있었다.

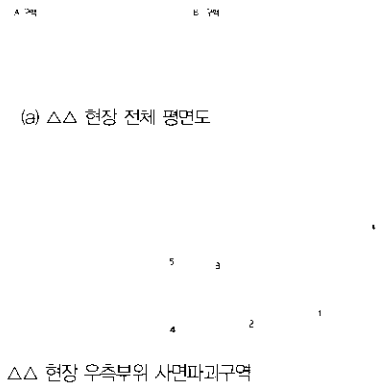


그림 16 △△ 현장 전체 평면 및 사면파괴구역



그림 18 1번 구역의 침식 전경(△△ 현장)

1) 1번 구역

1번 구역은 지면에서 첫번째 소단까지 기존에 설치된 콘크리트 배수로가 유실, 파손되어 있었으며 침식이 계속 진행되고 있었다. 세굴 폭과 깊이는 약 1m 가량의 소규모로 관측되었으나 계속 방치시에는 침식 범위의 확장이 예상되었다. 따라서 배수시설 정비의 필요성을 인식하고 소단부는 협소한 소단폭을 고려하여 콘크리트 벤치 플룸판과 콘크리트로 시공한 배수구 구조로 계획하고 산지 하부 수로로는 콘크리트 벤치 플룸판으로 정비하여 추가적인 세굴 및 유실을 막아 주며 사면과 인접해 있는 부분은 밀착시켜 주어 우수의 진입이 용이하게 해 주어야 한다.

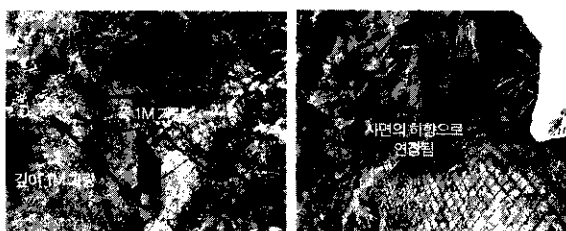


그림 19 2번, 3번 구역의 세굴 및 파괴 전경(△△ 현장)

2) 2, 3번 구역

2번, 3번 구역은 첫 번째 단과 세번째 소단 하부에 유수에 의한 세굴이 진행되어 토사유실과 침식이 상당히 진척되었다. 세굴의 폭과 깊이는 0.5m~1m 가량으로 목격되었으며 계속적인 세굴이 예상되었다. 따라서 1번 구역과 유사한 배수시설의 정비가 필요하였다.

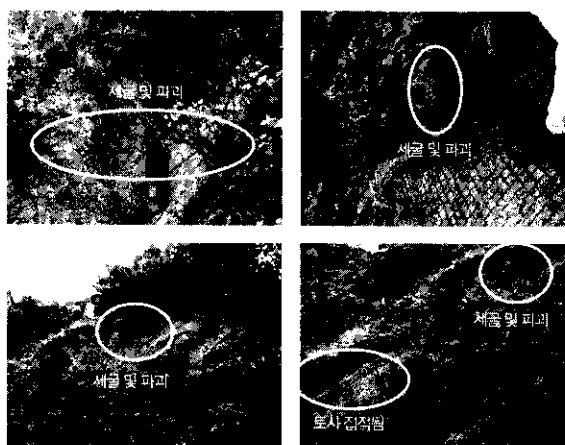


그림 19 2번, 3번 구역의 세굴 및 파괴 전경(△△ 현장)

3) 4번 구역

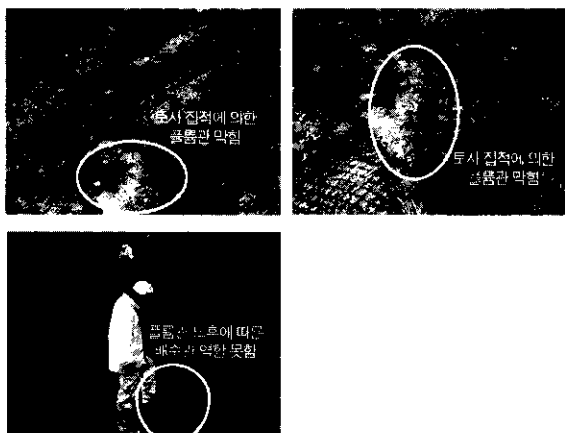
4번 구역은 사면형성후 시간이 경과함에 따라 풍화된 암반과 수직에 가까운 불연속면의 발달로 파괴 가능성이 예상되었다. 현재 현장은 일부 영역의 이탈된 암반이 안전그물망에 의해 매달려 있는 상황으로 하부 암반의 지지능력 저하 및 불연속면의 발달에 의해 진행성 파괴가 잠재되어 있었다. 따라서 이미 이탈된 암반부는 걷어내고 콘크리트로 채움한 후 록앵커로 보강하고 절리 등의 균열이 있는 사면에는 시멘트 몰탈 등으로 채움을 실시하며 록볼트 등으로 암반을 보강하여 주어야 할 것이다.



그림 19 2번, 3번 구역의 세굴 및 파괴 전경(△△ 현장)

4) 5번 구역

5번 구역은 특정한 부분이 아닌 사면 전반에 걸쳐 산마루 측구와 소단 배수로가 노후화하여 배수로 파손과 토사의 집적에 의해 배수로가 원래의 기능을 수행하지 못하므로 배수시설 정비를 실시하여 제 기능을 발휘하도록 유도하여야 한다.



4. 우수에 의한 사면 파괴 예방을 위한 현장 대처방안

앞서 정리한 현장사례를 중심으로 사면이 변상된 현황과 함께 현장에서 이를 예방할 수 있는 공법을 제시하면 다음과 같다.

1) 비닐막 포설 (시공중)

모래 또는 점착력이 작은 사질토로 성토할 때는 투수성이 비교적 양호하고 성토표면에서 우수가 침투하기 쉽다. 그러므로 우수에 직접 노출되었을 때 사면노두의 함수비가 증가하고 전단강도가 저하되어 사면 표면이 활동하기 쉽다. 현장에서는 이를 방지하기 위해 우수의 침투방지용 비닐시트 등으로 비탈면을 피복한다.

2) 산마루 측구 및 소단배수구의 정비 강화

산마루 측구와 소단 배수구는 우수에 의한 사면의 표면보호와 표면수 침투를 방지할 목적으로 사용되나 현장에서는 간혹 명목상으로 형식적인 산마루 측구를 형성하는 경우가 있다. 산마루 측구는 우수를 집적하여 원활히 배수하는 목적이므로 항상 청결상태를 유지하여야 하며 측구 설치시 사면과 일체화되어 밀착시공이 될 수 있게 함으로서 표면에 흐르는 우수를 집적할 수 있어야 한다. 또한 배수관의 노후화에 의한 뒤틀림, 이탈 등이 발생하면 즉각 보수 처리하여야 한다.

3) 맹암거 설치

사면 배후에 우수가 집적될 만한 우려가 있거나 봉적토와 같이 투수성이 큰 지반의 사면 절취시 용출의 징후가 발견되면 산마루 측구 타설전에 맹암거를 설치하여 사면 내부로의 우수나 지하수의 흐름 및 침투를 미연에 방지해야 한다.

4) 사면절취 시기 조절

현장공정상 1년중 계절의 변화에 맞추어 사면을 절취하기란 매우 어렵겠지만 가능한 우기 때에는 사면 절취를 피하고 사면 절취후 바로 표면보호공 및 배수공을

설치하여 풍화 및 침식을 막아야 한다.

5) 표면보호공

사면 절취후 우수 및 대기노출에 따른 풍화, 침식을 방지하기 위하여 표면보호공을 적용하여야 한다. 또한 토양의 경도나 토체가 보유하고 있는 수분의 함유량 정도에 따라 식생이 곤란한 사면이 존재할 수 있으므로 이러한 조건에서는 적합한 식생환경 조성후 시험시공 등을 거쳐 식생하거나 다른 공법으로의 설계변경을 검토하여야 한다.

2) 사면 파괴시 대책공법

- 수평배수 수발공
- 편책공(나무말뚝을 이용한 의한 되메우기)
- 계비온 공법(박스형, 매트리스형)
- 표면배수공(비탈면 배수판)
- 맹암거 설치

5. 결론

현장내에 형성된 사면의 안정성은 여러 가지 요인에 의해 결정되나 대부분 물과의 관계를 배제할 수 없다. 특히 여름철 집중호우나 장마시의 우수에 의한 피해가 해마다 보고되고 있으며 본고에서는 시공중 자주 발생하는 사면표면파괴 사례를 살펴보았다. 또한 현장에서 실시할 수 있는 사면파괴 예방책을 몇가지 설명하였으며 이를 요약하면 다음과 같다.

1) 우수에 의한 사면 예방책

- 시공중 비닐막포설
- 산마루 측구 및 소단배수구의 정비강화
- 사면내의 우수 침투방지를 위한 맹암거 설치
- 사면절취시기의 적절한 선택
- 필수적인 사면 보호공의 실시

인천국제공항 건설기술세미나

한진
건설
기술

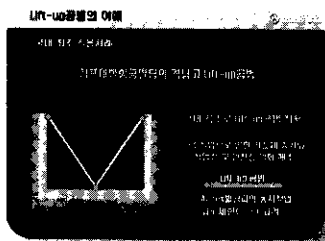
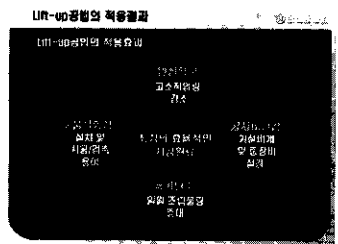
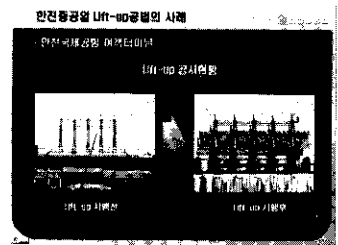
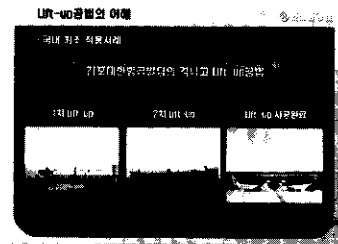
Lift-up 공법에 의한 대형 철골구조물 설치 사례 발표

건설기술연구소에서는 2003년 3월 28일, 인천국제공항공사가 인천국제공항 1단계 공사 수행을 통해 축적된 기술력을 널리 알리고자 개최한 건설기술세미나에 참여하였다.

당사에서는 이만영 상무가 여객터미널, 영종대교, 항공기 정비시설 등에 적용한 "Lift-up 공법에 의한 대형철골구조물의 설치"의 사례발표를 하였다.

Lift-up 공법은 철골구조물을 지상에서 조립한 후, 미리 사공된 반력기둥과 유압잭을 이용, 소정의 높이까지 끌어올리는 공법으로 품질의 우수성, 작업자의 안전확보 등이 탁월하다. 이 공법은 당사에서 건축분야 뿐만 아니라, 영종대교에서도 적용함으로써 시공의 정밀성 및 품질의 우수성뿐만 아니라 공사비 절감 효과를 가져왔다.

타사의 경우, 지붕트러스 슬라이딩공법 적용사례분석연구(교통센터, 삼성물산), 인천국제공항을 중심으로 한 공항설계법(유신코퍼레이션), 활주로 연약지반 처리 및 포장공법(금호건설)등 인천국제공항의 설계 및 시공에 관해 발표하였다.





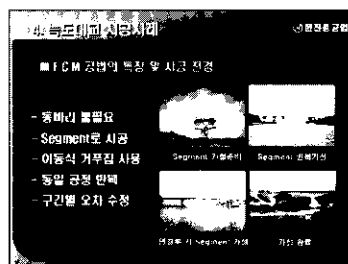
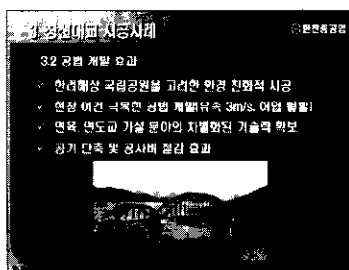
한국구조물진단학회 봄학술발표회



창선 삼천포간 현장, "연도·연륙 해상교량 시공 사례" 발표

5월 17일, 구조물진단학회에서는 경원대학교 새롭관에서 학술발표회 및 시공사례 발표회가 개최되었다. 당사는 최근 개통된 국내 해상교량의 전시장인 창선 삼천포간 연도·연륙 해상교량 현장에 대해 건설기술연구소에서 정리한 내용을 현장 소장이었던 황인범 상무가 발표하였다.

발표내용은 창선대교와 늑도대교를 중심으로 최근 해상교량의 대표적인 시공방법으로 자리잡고 있는 가설크레인을 이용한 일괄 가설공법과 F.C.M(Free Cantilever Method)공법에 대한 것이며, 해상크레인을 이용한 일괄가설공법 도입결과, 기존에 계획하였던 공법에 비하여 공기단축, 공사비 절감과 함께 교량의 품질향상효과를 가져왔다. 또한 콘크리트 교량 자중을 크게 줄일 수 있는 F.C.M 공법에 대한 시공단계별 고려사항과 현장 적용시 설계 개선점에 대해 발표하였다. 이번 구조물진단학회의 시공사례 발표는 다시금 당사의 시공기술력을 인정받는 계기가 되었다.



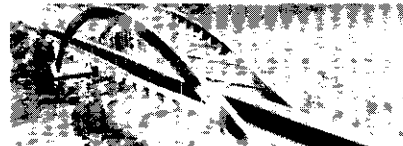
■창선대교



■늑도대교



■초양대교



■삼천포대교





한국강구조학회 봄학술발표회



공동주택 1-바닥충격음 법제화



건설기술연구소, 학술 발표회 및 홍보 행사 참여

지난 5월 31일, 한국강구조학회에서는 서울시립대 자연과학관에
서 2003년 학술발표회 및 홍보행사를 개최하였다. 당시는 강교량
에 초점을 맞추어 최근 개통된 3경간 강아치교인 창선대교를 비롯
하여, 통영대교의 일괄가설공법과 조수간만의 차이를 이용하여 가
설한 영종대교, 한창 진행중인 제2부산대교인 남항대교 홍보 판넬
과 건축·토목·플랜트 등 사업 전반에 대한 홍보물을 전시하였다.

학술발표회를 통해 나타난 강구조 동향은 최근 CFT 강관의 설
계 및 합성구조에 대한 연구가 증가하는 양상을 보이며, 기존 강구
조의 피로, 구조해석, 거동 등에 관련된 연구도 꾸준한 발전을 거듭
하고 있다.



바닥충격음 법제화 현황 및 개정 방향

1. 개정전 규정

공동주택의 바닥은 각 층간의 바닥충격음을 충분히 차단할 수
있는 구조로 하여야 한다.

2 개정 규정

구분 기준	중량충격음 (어린이 뛰는 소리)		경량충격음 (하이힐 소리)
건교부	50dB 이하		58dB 이하
적용시점	04년 4월 22 사업계획 승인이 신청되는 공동주택		
기준수준	기존 90% 미달	기준등급	3-4등급 (미확정)
기준미달	사용검사 X	측정평가	미확정
적용방법	- 자체적으로 이 기준에 맞추는 방법 고안 - 건교부장관이 고시하는 표준바닥구조로 시공		
환경부 건교부	기준 강화(5dB) 및 준공 후 평가 도입 주장 사업승인단계에서 평가 주장		

3. 개정방향

1) 법적기준 운용방안

- 구체적인 평가방법이 제시되어 있지 않음
- 평가시점(사업승인, 준공검사 단계), 대상, 장소, 기관, 관리방
법, 적용한계 등

2) 표준바닥구조 개발

- 주택건설기준등에 관한 규정 제14조 4항에 고시할 수 있다고

규정

- 차단성능 등급화 방안과 함께 11월 공청회가 열릴 예정

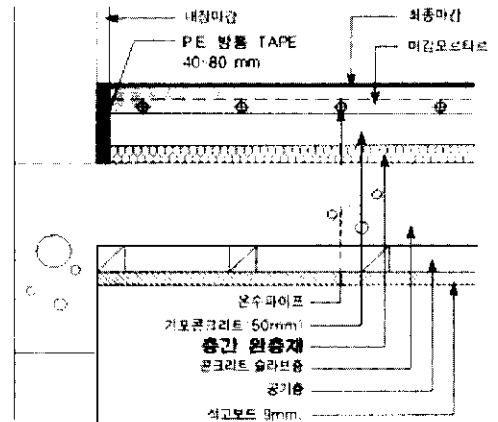
3) 차단성능 등급화

- 주택공급에관한규칙 제8조(입주자의 모집절차) 4항 및 건교

부 고시 예정

- 바닥충격을 차단성능 등급표시 의무화제도 도입 예정, 3dB

간격 3-4등급 예상



층간완충재_시공단면

4. 표준시험실 도입

- 바닥충격을 차단성능의 적합성 여부 및 등급수준 평가를 위

한 시험실 도입 예정

- 표준시험실에서의 평가를 거쳐 성능확인서 등을 통해 건설사

별로 입증해야 함

상기 법제화 추진에 따라 주택사업시행팀, 건설기술연구소에서
는 당사 설계/시공 지침을 마련하기 위해 준비 중에 있으며 동 법
령이 효력을 발휘하는 2004년 4월까지 당사의 바닥차음시스템을
정립하고자 연구 중에 있다.

당신도 안전불감증에 노출되어 있습니다!!

안전 2팀

90

년대 중반이후, 삼풍백화점 참사, 성수대교 붕괴, 최근의 대구지하철 화재 참사 등 안전불감증으로 인한 안전사고 사례가 급증하고 있다.

이런 대형 사고 이외의 건설현장에서의 재해 사고의 발생은 물리적인 원인에 의한 재해이다. 이러한 재해는 모두 눈에 보이는 것이어서 노력만 하면 사전에 막을 수 있는 것들이다. 앞으로 한진건설기술에서는 국내 건설 재해 사례를 정기적으로 살피봄으로써 건설현장의 안전교육 체계를 확립하고, 소 잃고 외양간 고치는 안타까운 일이 없도록 안전에 만전을 기해야 할 것이다.

[창문을 통해 던진 단관 파이프에 맞음]

1. 재해 개요

- 소재지 : 전남 순천시 아파트 신

축공사(아파트 4개동)

- 피재자 : 비계공(64세)

- 사고 유형 : 낙하 후 사망

- 공사 규모 : 아파트 4개동

- 재해 내용 : 아파트 계단실 가설안전난간 해체 및 정리를 위해 13층에서 해체한 안전 난간 자재를 창문을 통해 하부로 던져 반출하던 중 낙하하는 단관이 1층 계단실 앞에서 자재정리작업을 하던 피재자의 머리를 강타, 사망하게 한 재해



2. 재해발생 상황

- 7시경 피재자 포함 4명 출력 후, 아파트 옥탑층 콘크리트 타설 작업 완료
- 14시 40분경, 동료작업자가 13, 14층의 해체된 안전난간 자재 반출위해 단관파이프 1본을 계단실 창문을 통해 반출, 두 번째 파이프 반출하던 중 지상층에 작업하던 피재자 머리를 강타하여 사망한 재해

3. 원인과 대책

1) 원인

(1) 작업방법 불량

- 계단실 창문을 통해 안전난간 자재를 던져 투하하는 불안정한 작업 방법을 수행, 낙하사고 발생

(2) 낙하위험장소 내 상·하 동시작업 금지조치 및 출입 금지 조치 미 실시

- 상부에서 자재반출작업과 동일지역의 하부에서 자재 정리작업을 동시에 수행하여 낙하위험장소 내 근로자 출입에 의한 낙하사고 발생

2) 대책

(1) 자재 반출작업시 낙하위험방지조치 철저

- 가설자재의 반출은 Crane, 리프트 등 양중장비를 활용하여 지상층으로 반출하는 등 안전한 방법으로 작업을 실시함

(2) 낙하위험장소 내 상·하 동시작업 금지 및 출입금지 조치 철저

- 상부에서 낙하에 의한 위험이 있는 경우 상·하 동시 작업 금지
- 낙하위험장소 내 자재 반출작업시 지상층에 감시인을 배치, 낙하위험지역내 근로자의 출입 통제, 출입금지구역 설정

자료 출처 : 안전을 지키는 사람들 2003년 4월호

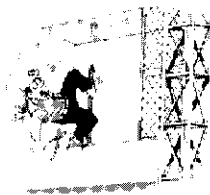
[리프트 탑승구 안전문 설치작업 중 추락]

1. 재해 개요

- 피해자 : 직영인부(51세)
- 사고 유형 : 추락 후 사망
- 재해 내용 : 지상 7층 슬래브 끝단 발코니에서 건설용 리프트 탑승구 안전문 설치 작업 중, 실족하여 6m 아래 지붕으로 추락, 사망한 재해

2. 재해발생 상황

- 7시경, 동료 작업자는 리프트 완성검사 준비를 위한 탑승구 안전문 설치작업에 투입
- 17시경, 피해자와 동료는 지상 6층까지 탑승구 안전문 설치



작업 완료, 지상 7층 슬래브 끝단 발코니로 이동, 발코니 양측으

로 설치한 써포트 지주에 안전문 2개소 중 1개소 설치

- 동료 근로자 부재 중, 피해자 발코니 벽면 개구부로 몸의 중심이 잃어 실족하여 추락, 사망한 재해

3. 원인과 대책

1) 원인

(1) 표준안전난간 미설치

- 슬래브 끝단에 작업시 추락에 대비한 안전난간을 설치 후, 안전문 설치 전까지 유지 관리하도록 하여야 하나 미설치함

(2) 안전대 미착용

- 2m 이상 고소의 슬래브 끝단 개구부 주변에서 작업시, 지주 등에 안전대를 착용하고 작업하도록 해야 하나, 미착용 상태에서 작업중 재해 발생

2) 대책

(1) 표준안전난간 설치

- 추락위험이 높은 슬래브에는 견고한 구조의 표준안전난간(상부난간대 90cm, 중간대 높이 45cm 정도)을 설치

(2) 안전대 착용 철저

- 고소에서 작업시에는 지주등에 안전대를 착용, 관리·감독 철저

자료 출처 : 안전보건 2003년 4월호