

프리캐스트 프리스트레스트 더블티 주차장 건물의 내구성에 관하여

A Primary Study for the Durable Precast and Prestressed
Double-tee Concrete Parking Slab



김 정 욱*



유 승 통**

1. 서 론

내구 설계디자인 원리에 따라 설계 및 시공된 프리캐스트 프리스트레스트 더블티 콘크리트 슬라브는 매우 내구적이며, 부식이 문제시 되는 환경에 선택할 수 있는 경제적인 구조 시스템이다.

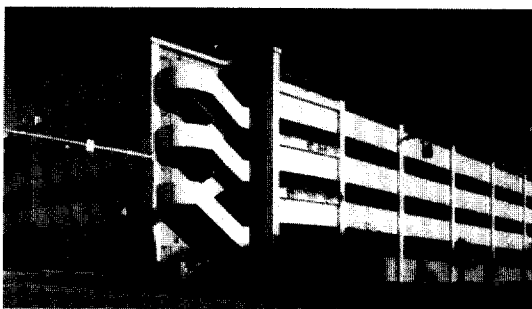


Fig. 1 Precast prestressed Double-tee Parking Building

특히, 많은 주차 건물이 철골조 위주로 시공되고 있는 우리나라의 현실에서 상기구조시스템에 관한 활용은 경제성과 내구성을 고려할 때 더욱 절실하다 할 수 있다.

프리캐스트 프리스트레스트 콘크리트 주차장 구조물(Fig. 1)은 빌딩과 같은 구조물로서 가벼운 하중을 받는 교량과 같이 생각할 수 있다.

주차장 구조물은 건축법규에 의해 규정된 대지에 건축 기술자에 의해 설계된다는 점에서 교량과는 다르며, 일반 교량과 같이 동하중과, 외기온도의 변화, 풍화에 직접 노출된 구조물로서 잦은 재설제나 바다 공기에 포함된 염화물의 작용도 그 설계에서 고려되어야 한다.

본 논문에서 프리캐스트 프리스트레스트 더블티 콘크리트 슬라브 주차장의 내구성 향상에 관한 일반적인 사항을 기술하였다.

* 동국대 건축공학과 석사과정

** 정회원, 동국대 건축공학과 조교수

2. 더블티 콘크리트 슬라브 내구성에 영향을 주는 요소

내구적 요소들은 체적변화에 의한 내구성, 외기에 대한 저항성, 재료적 저항성 세가지로 요약할 수 있다. 체적변화의 효과는 주차장 구조설계에 있어서 주된 관심사항이 되고 있다. 프리캐스트 프리스트레스트 콘크리트 주차장 구조물의 체적변화는 강선 긴장에 의한 초기 수축과 크리프 그리고 외부 온도 변화에 기인한다. 초기 수축 및 크리프는 항상 부재를 축소시키며, 온도의 변화에 따른 부피의 변화는 부재를 수축 또는 팽창시킨다.

기후적 내구성은 구조물이 추운 날씨에 의한 동결융해작용과 제설제에 의한 철근의 부식과 해안지역의 공기중에 포함된 염분에 대한 저항능력을 말한다. 재료적 저항성은 사용된 재료의 내구성 및 구조물의 구성이나 현장 시공에 있어서 기술적 능력에 기인한다. 상기 요소들은 더블티 슬라브의 내구성을 위하여 그 설계에서 근본적으로 고려되어야 한다.

3. 더블티 슬라브의 외기에 대한 저항성

철근의 부식은 전기 화학적인 양극, 혹은 산화되는 부분과 음극 혹은 환원되는 부분을 요구하는 과정이라고 할 수 있다. 철근 콘크리트의 경우에 양극과 음극은 보강 철근이나 용접철망 혹은 강선의 요소들이다. 이러한 과정은 산소와 전해질을 요구한다. 이러한 경우에, 물과 염소 이온은 주차장 구조물에 있어서 보강철근 부식의 주요 요인이다. 염소이온은 시멘트 혼합물이나 오염된 골재에 존재하며, 일부 콘크리트 혼화재는 염소를 함유한다. 한랭 기후에서, 염소 이온은 주로 제설제로 쓰이는 염화물에서 초래되며, 해안가 지역에서 바다로부터 공기중에 함유된 염분은 부식을 유발한다.

제설제는 자동차의 하부에서 눈이나 얼음조각으로 떨어져 나오게 된다. 자동차로부터 바닥에 떨어지는 염분을 함유한 물은, 침하된 콘크리트 바닥표면에 고이게 된다. 이때, 염소를 함유한 수분은 콘크리트가 양생될 때 형성된 모세관공극을 통하여 콘크리트에 스며들게 된다. 만약, 콘크리트의 표면에 균열이 발생하면, 염소는 슬라브에 급속히 침투하게 된다. 콘

크리트가 충분히 흡수성을 가지고 있고 보강철근이 표면에 매우 가까운 경우, 철근은 염소를 함유한 수분과 접촉하게 된다.

PH가 증가함에 따라 철근의 부식 속도는 감소하며, 비교적 높은 알칼리성의 콘크리트는 일반적으로 보강철근을 부식으로부터 보호한다. 한편, 염화물은 콘크리트의 PH를 낮추어주고 물과 함께 전기화학적인 작용을 촉진시킨다.

미연방 도로교통국 연구(Federal highway Administration research)에 의하면 습윤양생된 콘크리트에서, 염화물 함유량이 포틀랜드 시멘트 무게의 0.18%에서 0.26% 사이에 분포할 때, 철근의 부식이 시작된다고 지적하고 있다. 즉, 콘크리트 큐빅야드당 1.2에서 1.5파운드 또는 300에서 400ppm 정도에서 철근의 부식 시작된다고 할 수 있다. 한편, ACI 318-83은 노출 철근 콘크리트에 대하여 시멘트 무게에 대한 염화물이온을 0.15%, 프리스트레스트 콘크리트에 대하여는 0.06%로 제한하고 있다.

일단 부식 작용이 시작되면, 부식을 정지시키는 유일한 방법은 습기를 완전히 제거하거나, 전기화학 작용을 정지시키기 위해 보강철근에 전류를 흘려주거나, 캐소딕 프로텍션(Cathodic Protection)이라 알려진 비교적 값비싼 방법 사용 할 수 있다.

부식이 진행됨에 따라 철 이온은 산소와 반응하여 산화피막을 형성하며, 4배정도의 부피 증가를 보인다. 결과적으로 발생하는 압력은 350kg/cm^2 이상으로 주위의 콘크리트에 균열 및 박피에 의한 쪼개짐을 일으키며, 염화물 이온의 침투를 촉진시킨다(Fig. 2). 부식 및 콘크리트의 손상정도는 콘크리트 단면의 손실, 보강철근의 단면 손실이나 연성의 감소, 보강

REINFORCEMENT CORROSION SPALLING MECHANISM

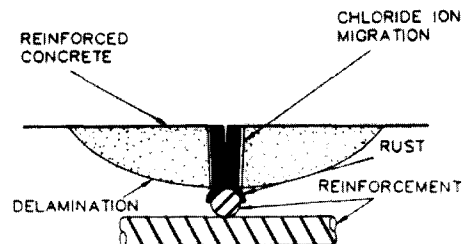


Fig. 2 Reinforced corrosion spalling mechanism

철근과 콘크리트 사이의 부착력 감소에 의하여 구조 부재를 약화시킨다.

더블티 슬라브의 외기에 의한 주된 손상은 동결융해작용과 재설제 또는 해안가의 염분에 의한 부식작용에 기인한다. 주차장 설제에 있어서 고려해야 할 설계 지표는 다음과 같이 요약될 수 있다.

- 콘크리트의 품질
- 적절한 배수
- 보강철근의 피복
- 표면 피복
- 균열 방지 설계

3.1 콘크리트의 품질관리

내구성을 위한 마모저항을 높이기 위하여 내구적이며 단단한 골재로 만들어진, 최소 압축강도 320kg/cm^2 높은 콘크리트의 품질이 요구된다. 콘크리트 슬라브의 흡수성을 최소화하기 위하여, 물시멘트비는 0.45를 넘지 말아야 한다. 또한, 콘크리트 배합에 있어서 재설제 사용 지역에서 고유동화제나 높은 품질의 감수제를 사용함으로써 물시멘트비를 0.4로 유지하면서 수밀성의 높일 수 있다. 공기량은 미국 콘크리트협회 표준(American Concrete Institute standards)에 의하면 추운 지역에서 0.5%에서 0.7%로 규정하고 있다.

현장 타설된 콘크리트 표면의 마모면은 때때로 부적절한 공기량이나 과도한 물시멘트비, 혹은 타설시의 시공불량으로 인하여 콘크리트의 내구성에 손상을 초래할 수 있다. 마감 표면의 최소 강도는 280kg/cm^2 이다. 공장 생산된 콘크리트 부재는 일반적으로 350kg/cm^2 이상의 강도를 가지고 있으므로 공장 생산된 콘크리트 재품을 사용하는 것이 바람직하다.

표면 마감 콘크리트를 타설하기 이전 각더블티 플랜지 사이가 반드시 밀봉되어야 한다. 또한 프리캐스트 데크는 콘크리트를 타설하기 이전 반드시 청소 및 물축임이 되어야 한다. 건조수축 균열은 일반적으로 플랜지와 플랜지 조인트 사이에서 발생하며 플랜지 조인트 부분에서 콘크리트 타설은 수작업에 의해 정밀하게 시공되어야 한다(Fig. 3). 조인트는 방수를 위하여 조인트 실란트재로 후에 채워져야 한다.

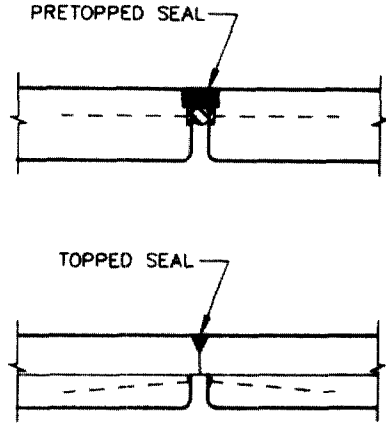


Fig. 3 Topped and pretopped seal

블리딩수가 없어질 때까지 콘크리트의 표면마감을 계속하지 말아야 한다. 심급한 시공에 의한 마감불량은 블리딩수를 다시 표면에 떠오르게 하며 물시멘트비를 매우 높여 나중에 표면 박리의 원인을 발생시킨다. 낮은 물 시멘트비는 이러한 문제를 최소화시킬 수 있다. 즉, 적은 블리딩수에서 마감은 매우 빨리 진행될 수 있기 때문이다. 콘크리트 표면의 마찰력을 높여주기 위하여 최소한의 거칠기가 필요하며, 지나친 표면 마감은 좋지 않다.

양생방법은 기후조건에 좌우된다. 충분한 수분이 시멘트를 수화시키기 위해 있어야 하지만 콘크리트 표면을 덮어주기 전 과도한 수분은 좋지 않다. 7일간 짙은 황마천을 덮는 방법이 가장 좋은 방법이지만 적

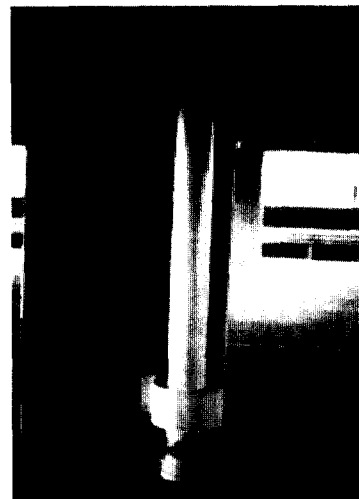


Fig. 4 Drain line in a protected location

당한 다양한 방법들이 많이 있다. 합성수지를 이용한 양생은 블리딩수가 없어진 후에 사용하여야 하며, 콘크리트를 덮을 수 있을 정도의 충분한 무게를 가지고 있어야 한다.

3.2 적절한 배수

고여있는 물은 콘크리트에 유해한 염화물 이온을 흡수시키므로, 다양한 방법으로 주차장 건물 바닥배수를 고려해 볼 수 있다. 수직의 배수라인은 배수라인에 적절한 가드를 설치하거나 배수라인을 안전한 장소에 설치하여, 자동차의 충돌로부터 보호 될 수 있도록 해 주어야 한다(Fig. 4). 또한, 배수라인의 위치를 정할 때 건축적인 외관 또한 고려해야 한다.

3.3 콘크리트 피복

보강철근에 대한 콘크리트의 피복 두께는 제설제에 의한 부식 저항능력에 큰 영향을 준다. 노후된 주차장 구조물에 대한 실험결과에 의하면, 제설제의 염분은 콘크리트의 표면에서 1,000ppm을 넘으나 콘크리트의 깊이에 따라 감소하는 경향을 보여주고 있다. 보강철근이 부식하기 시작하는 단계는 콘크리트의 염화물이온의 농도가 약 300-400ppm 정도에서 시작된다. 따라서, 보강철근 근처의 제설제에 의한 염화물이온의 농도를 300-400ppm 이하로 유지하는 것이 매우 중요하다.

ACI 318R-83에서는 제설제에 노출되는 현장타설 콘크리트 보강 철근의 피복 두께를 2인치, 프리캐스트 콘크리트의 경우 1.5인치로 제안하고 있다. 슬라브가 제설제에 노출되지 않고 풍우에만 노출될 경우, 슬라브 보강철근의 최소 피복두께 3/4인치 혹은 9/8인치의 50% 이상이 될 것을 제안하고 있다. 이러한 피복에 대한 요구사항은 용접 철망이나 원형철근에도 적용된다.

더블티 바닥부재는 기본적으로 고강도 강선에 의해 휨보강이 되어 있는데 표면으로부터 수인치 정도에 위치해 있다. 결론적으로 이러한 피복두께에서 염화물의 침투는 거의 문제시 되지 않는다. 조인트 실란트제가 파괴될 우려가 있으므로, 제설제 사용 지역에서 플렌지 상부 보강 와이어메쉬에 대한 콘크리트

의 피복 두께는 최소한 1.5인치는 되어야 한다. 또한, 제설제 사용 지역이 아니더라도 모든 콘크리트면에 대하여 권장된 두께가 지켜지는 것이 좋다.

3.4 콘크리트 표면 마감제

콘크리트 표면 마감은 주차장 구조물에 있어서 바닥면이나 다른 콘크리트 부재에 대하여 수분이나 염분의 침투를 막아준다. 이러한 마감제는 콘크리트의 노출 표면에 대하여 내구성을 향상시키는 효과가 있으나 콘크리트 부재 설계 자체의 내구 디자인을 대체할 정도는 되지 못하며, 균열발생에 대한 수분이나 염화물 침투를 막아주지는 못한다. 또한, 표면 마감제는 내구성을 향상시켜주며 콘크리트의 수밀성이 요구되는 곳에 사용되는 것이 좋다. 연구결과에 의하면 사용된 마감제의 제품에 따라 각각 성능이 다르게 나타나는 것으로 알려졌다. 마감제는 일반적으로 침투적인 것과 표면부착적인 두가지 종류가 있다.

침투성 마감제는 일반적으로 수소화 규소 화합물(silanes, siloxanes)가 주로 쓰이며 콘크리트 표면에 침투하여 콘크리트 속의 물진과 반응하나 균열에 대해 밀실성을 주지는 못한다. 이러한 재료들은 표면의 외관에는 큰 영향을 미치지 않는다. 비교적 다른 마감제에 비하여 비싼편이지만 태양열에 의한 손상 또는 자동차 바퀴에 의한 마모에 대하여 오래 저항하는 성질을 가지고 있다. 침투성 마감제를 사용하는데 있어서 추가 비용은 태양에 노출되기 쉽거나 또는 출입구나 경사로등 교통량이 많은 곳에서 설득력을 갖는다. 또한, 외관상 나타나지 않기 때문에 시각적으로 그 성능을 인지하기는 어렵다.

표면부착 마감제는 일반적으로 우레탄이나 에폭시 등이 있으며 콘크리트 표면의 공극에 살짝 침투하여 질긴 피막을 형성한다. 표면부착 마감제는 일반적으로 침투성 마감제에 비하여 저가이다. 하지만 이 마감제는 외관이 변하기 쉬우며 표면이 미끄럽고, 교통량에 따라 마모되기 쉽다. 표면부착 마감제는 주차장 구조물에 있어서 교통량이나 태양에의 노출이 많지 않은 곳에 적합하다. 한편 그 성능이 시각적으로 인지될 수 있는 장점이 있다.

프리캐스트 프리스트레스트 콘크리트 부재에 어떤 마감제를 사용해야 하는가에 대한 결정은 그 부재가

놓여지게되는 지역적 위치나 설계시 그 사용이 고려되었는가, 혹은 사용 환경이 어떠한가에 달려 있다. 마감제는 일반적으로 동결융해나 세설제 혹은 염분이 많은 해안에 위치한 경우 사용된다. 일반적으로 해안에서 멀리 떨어진 곳이나 기후적으로 더운 지방의 경우에는 그 사용성이 떨어진다.

3.5 균열방지

전형적인 프리스트레스트 프리캐스트 콘크리트 주차장 구조물은 일반 콘크리트 주차장 구조물에 비하여 훨씬 높은 내구성을 보여주어왔다. 프리캐스트 콘크리트의 강도는 500kg/cm^2 가 일반적이며, 이러한 밀도있는 콘크리트로 인하여 높은 내구성을 나타내고 있다. 또한, 높은 강도의 프리캐스트 슬라브는 사용 하중하에서 균열이 발생하지 않는 기능과 일체성을 유지함으로써, 높은 내구성을 보여주고 있다.

콘크리트의 손상과 보강철근의 부식은 균열이 발생한 곳에서 가속화된다. 균열은 세설제의 염화물이 보강철근까지 급속히 침투하도록 하므로 콘크리트의 손상을 급속히 진행시킨다.

마모 표면이 마감처리 여부에 관계없이 일반적인 주차장 설계에서 콘크리트가 균열발생을 하지 않고 사용하중을 지탱할 수 있다면 내구성능이 매우 향상될 수 있다. 마감처리 않은 더블티(Pretopped Double Tee)는 매우 뛰어난 내구성능을 보여주어왔다. 이것은 공장생산되어 높은 수밀성 및 고강도를 나타내고, 부균열 설계에 따른 염화물 이온의 침투를 방지하는 효과에 따른 것이다.

3.5.1 콘트롤 조인트와 그 틈새의 밀봉

주차장 구조물에는 콘트롤 조인트(control joint) 및 시공이음(construction joint) 등이 주로 사용된다. 현장타설 마감할 경우 프리캐스트 부재의 사이사이의 위치에 반드시 콘트롤 조인트가 있어야 한다(Fig. 5). 이 조인트들은 반드시 경화된 콘크리트에 설치하여야 제 기능을 발휘할 수 있다. 교통량을 견뎌낼 수 있는 높은 품질의 폴리우레탄 봉합제가 사용되어야지만 조인트 사이에 염화물의 침투를 막아서 삽입된 철근의 부식을 막을 수 있다. 봉합제의 파괴시 대비책으로 조인트 부분을 통과하는 철봉은 모



Fig. 5 Control joint

두 에폭시 코팅처리 되거나 아연도금처리 혹은 zrc 페인트 처리를 하여야 한다.

분리 조인트(Isolation joint, expansion joints)는 주차장 건물에 있어서 체적 변화에 따른 응력 부담을 줄여주기 위해 시공된다. 이 조인트들은 부재의 전체 단면을 자르며 부재의 체적 변화에 대응할 수 있게 되어 있다. 분리 조인트가 적절치 못하게 봉합되었을 때는 부재에 손상을 가져오거나 누수의 원인이 될 수 있다.

3.6 추가적인 내구성 향상 방법

세설제나 해안의 염분 효과에 의한 손실이 큰 지역의 경우 보강철근의 에폭시 코팅, 표면 마감제, 통과 교통에 내구적인 부재, 균열없는 부재 단면의 설계, 부식 방지제, 밀실한 콘크리트 등의 추가적인 방법이 고려되어야 한다.

에폭시 코팅된 철근은 보강철근의 피복으로 인하여 철근이 직접적으로 염화물 이온과 접촉하는 것을 방지해 준다. 이것은 철근의 부식을 현저히 떨어뜨린다. 에폭시 코팅 철근이 사용될 경우 다른 부수적인 철물도 에폭시 코팅처리 되어야 한다. 에폭시 코팅된 철근은 보통의 철근보다 훨씬 비싸지만 세설제에 대한 저항 능력은 충분히 추가비용을 상쇄할 수 있을 정도이다. 에폭시 코팅된 철근을 사용할 경우 구조물의 화재에 대한 저항력이 떨어질 가능성에 대하여도 고려해야 한다.

또한, 에폭시 코팅은 콘크리트와의 부착력을 저하시키므로 프리텐션 강선으로는 적합하지 않다. 프리스트레스트 프리캐스트 콘크리트에 있어서 에폭시



Fig. 6 Application of Elastomeric deck coating on the parking slab

코팅된 강선의 부식에 대한 저항 능력은 추가적인 방청 대책이나 코팅에 소요되는 추가비용을 충분히 상쇄한다. 부재의 플랜지 부분은 전형적으로 와이어 배위로 보강되며, 절망을 예폭시 코팅하거나 혹은 다른 방청대책을 제공하는 방법은 주로 제설제를 많이 사용하는 지역에서 쓰여진다.

합성 고무질의 텍크 코팅 시스템은 (Fig. 6) 주차장 구조물에 있어서 수분으로부터 유입되는 염화물 이온에 의한 콘크리트의 부식 및 동결융해를 방지하며 누수 또한 방지하여 준다. 주 구조부재에서 부식과 관련된 손상작용이 많이 발생하므로, 현장타설 철근 콘크리트 부재에서 상기 시스템은 많이 사용되었다. 프리캐스트 프리스트레스트 콘크리트 구조물은 높은 내구적 특성으로 인하여 부식이나 누수에 강한 이 시스템의 적용은 일반적이지 않았다. 그러나, 주차공간 바로 하부에 거주 공간이 존재하거나 합성고무질의 마모저항 구조로 장기간의 수밀이 필요한 경우, 이 시스템의 적용이 요구된다.

차량 교통에 내구적 부재들은 여러층의 합성고무질 폴리우레탄 물질로 구성되며 미끄럼 방지 피막을 가지고 있다. 또한 콘크리트 피막이 방수효과를 제공하는 이외에 재료의 탄성적 성질은 소규모 균열에 대해서도 틈새를 막아주는 작용을 한다. 그러나, 반드시 주기적인 검사를 통하여 찢어짐이나 마모를 통해 물이 스며들거나 제설제가 침투하지 않도록 보수하도록 하여야 한다.

만약 비용절감을 하고자 한다면 각 더블티 부재의 사이 조인트 부위에 폭 6인치 정도의 방수 피막을 덧칠하는 방법이 있다.

그러나 이 경우 누수의 위험이 있다.

3.7 부식 방지제

일부 지역 고속도로 관리국(highway department)에서는 프리캐스트 프리스트레스트 콘크리트 교량을 보호하기 위하여, 또는 현장타설 콘크리트 텍크의 제설제에 의한 부식을 방지하기 위하여 질산칼슘(Calcium Nitrite)이 주로 이용되고 있다.

질산칼슘은 콘크리트의 철근과 반응하여 철근 주위에 전기화학적인 보호 피막을 형성한다. 이 피막들은 염화물 이온이 철근에 침투하는 것을 방지한다. 많은 양의 염화물 이온은 결국은 보호 피막을 뚫기는 한다. 그러나 처리되지 않은 철근과 비교할 때 부식의 속도가 훨씬 늦추어 지는 효과가 있다. 배합에 사용되는 질산칼슘의 양은 철근 방청능력의 요구치에 비례한다.

3.8 수밀 콘크리트

높은 밀도의 콘크리트를 얻는 방법중의 하나는 가열양생 방법이다. 최근 연방고속도로국(Federal Highway Administration)의 연구에 따르면 가열양생 콘크리트가 습윤양생 콘크리트보다 수밀성이 높으며, 염화물 이온의 침투에 대해서도 큰 저항력을 가지고 있는 것으로 발표하였다.

실리카흄이 배합된 콘크리트는 높은 밀도와 840kg/cm²를 넘는 높은 강도를 가지고 있다. 고 밀도의 콘크리트는 염화물 이온이 콘크리트로 침투하지 못하도록 높은 수밀성을 가지고 있으며, 동시에 콘크리트 내부의 철근을 보호하고 있다. 실리카흄이 배합된 콘크리트라 해서 구조적인 균열이 없을순 없다. 이 콘크리트의 높은 수밀성은 균열이 최소로 발생하는 부분에서 가장 적절히 사용될 수 있다. 프리캐스트 슬라브에서 이 콘크리트의 적용은 교통량에 대한 내구적 특성의 차원에서 고려되어야 한다.

3.9 프리캐스트 접합부를 위한 보호피막

장기간에 걸친 부식을 방지하기 위해 판 요소들은 아연도금 혹은 예폭시 코팅되어야 한다. 시설의 유

지관리를 위하여 보호 피막을 반드시 해야한다. 용접을 하는 곳에는 용접슬래그는 반드시 제거되어야 하고, 용접부위에 액체 아연 코팅, ZRC, 또는 에폭시 페인팅을 하여야 한다.

일부 구조설계사들은 장기간에 걸친 부식을 방지하기 위하여 이음부위에 스테인레스 강을 쓸 것을 제안할 수도 있다. 이러한 제안이 최상의 부식 방지책이라 생각될 수도 있지만, 스테인레스 강을 용접하는 것이 일반 용접의 경우보다 훨씬 열 발생이 많은 것에 주의하여야 한다. 열팽창계수가 큰 것에 더하여 용접되는 부위에 인접한 부분에 대하여 팽창에 의한 악영향을 가지고 올 수 있으며, 인접한 콘크리트의 균열과 장기간에 걸친 콘크리트의 손상을 촉진시킨다. 스테인레스 강 연결 철물이 사용되었을 경우, 철물의 다른쪽 끝 부분은 용접시 팽창을 위해 인접 콘크리트와 떨어져 놓아야만 콘크리트의 박리로 인한 균열을 막을 수 있다.

3.10 설비배선

전기 배선을 위한 도관 및 박스는 더블티 바닥표면에 주로 부착된다. 넓은 더블티의 경우에는 플랜지의 바로 아래 다리위치(stem)에 도관이 지나 갈수 있도록 구멍을 내어 전체 길이를 줄일 수 있도록 해 주어야 한다. 제설제를 사용하는 지역의 경우, 도관은 바닥에 설치되지 말아야 하며 바닥으로 부터 일정거리를 띄워 놓아야 한다.

제설제를 사용하지 않는 지역의 경우, 금속제품이 아닌 도관은 바닥에 매설될 수 있으나, 도관이 매설되었다 할지라도 콘크리트 피복이 건조수축에 의한 균열을 최소화 할 수 있도록 유지 관리되어야 한다.


4. 결 론

위에서 언급한 모든 보호 수단외에 주차장 구조물의 바닥 슬라브에 있어서 최고의 여유있는 보호 수단을 갖추기 위한 추가적인 방법들이 제시될 수 있다. 그러나, 대부분의 경우 경제적 이유로 타당성을 갖기는 어렵다. 제설제 사용 지역이나 해안 지역의 경우 기본적으로 갖추어야 할 보호 장치는 다음과 같다.

1. 좋은 품질, 적절한 공기량, 높은 강도의 콘크리트가 적절히 타설, 마감, 양생될 것.
2. 2%의 배수 슬로프가 좋으며, 최소 1% 이상의 경사도는 필요하다.
3. 내구성을 갖추어야 할 판재나 노출 판재의 경우에 아연도금 처리나 에폭시 코팅 처리되어야 하며, 플랜지 부분에서 용접 연결되는 판재의 경우 아연도금 처리나 ZRC 페인팅 처리되어야 한다. 제설제가 특히 많이 쓰이는 지역의 경우 플랜지 부분이 에폭시 코팅 처리될 수 있다.
4. ACI 318-83에서 추천 된 바와 같이 프리캐스트 콘크리트에서는 1.5인치, 현장 타설 콘크리트의 경우에는 2인치의 최소 콘크리트 피복 권장치를 적용하여야 한다. 이러한 피복두께는 다른 보호 수단들과 함께 사용되었을 경우 감소될 수 있다.
5. 사용 하중에 대하여 휨 균열이 발생하지 않도록 설계를 할 것.
6. 시공 조인트나 컨트롤 조인트에 높은 품질의 봉합제를 사용 할 것.
7. 주기적으로 교체될 수 있는 좋은 품질의 표면 마감제를 제공할 것. 실리카흙 콘크리트를 사용시 표면이 매우 밀실하여 마감제가 표면에 침투할 수 없는 경우 마감제가 필요없을 수 있다.
8. 보수 및 유지관리 프로그램을 가동하여 균열이 곧바로 보수 될 수 있고 마감제나 부재들이 주기적으로 교체되어 콘크리트에 제설제가 침투하는 것을 최소화하여야 한다.

참 고 문 헌

1. Building Code Requirements for Reinforced Concrete(ACI 318-83), American Concrete Institute, Detroit, MI, 1983
2. Manual for Quality Control for Plants and Production of Architectural Precast Concrete Products, MNL-177-77, Prestressed Concrete Institute, Chicago, IL, 1977.
3. PCI Committee on Tolerances, "Tolerances for Precast and Prestressed Concrete", PCI Journal, v. 30, no. 1, Jan-Feb 1985
4. LeClaire, Philip J., "Effective Maintenance for Corrosion Protection of Concrete Parking

- Structures.” The Parking Professional, July 1985.
5. Concrete Sealers for Protection of Bridge Structures, NCHRP 244, Transportation Research Board, Washington, D.C.
 6. Parking Garage Maintenance Manual, National Parking Association, Washington, D.C.
 7. “The Role Calcium Chloride in Concrete.” Concrete Construction, v. 21, no. 2, February 1976.
 8. State-of-the-Art Report on Parking Structures, ACI 362R-85, American Concrete Institute, Detroit, MI.
 9. Design and Typical Details of Connections for Precast Prestressed Concrete, MNL-123-88, Prestressed Concrete Institute, Chicago, IL, 1988.
 10. Schutt, William R., Practical Experiences with Bridge Deck Cathodic Protection, NACE Publication 74, National Association of Corrosion Engineers, Houston, TX.
 11. Control of Cracking in Concrete Structures, ACI 224R-80, American Concrete Institute, Detroit, MI.
 12. Standard Practice for Curing Concrete, ACI 308-81, American Concrete Institute, Detroit, MI.
 13. Survey of Precast Prestressed Concrete Parking Structures, Research Project No. 7, Prestressed Concrete Institute, Chicago, IL, 1986. 

콘크리트학회 전문서적보급안내

시멘트 · 콘크리트의 품질시험 및 품질관리 - 제3회 기술강좌 교재 -

- **집필진** : 최광규, 임창덕, 김부한, 한천구, 오병환, 윤재환, 장 란, 박승범, 최계식
- **A4/정가 22,000원 (회원 20,000원)**

철근콘크리트 건물의 배근설계 - 제6회 기술강좌 교재 -

- **집필진** : 김상식, 최기봉, 김중구, 윤호기, 김광환, 이동우, 윤영호, 양지수, 류영섭
- **A4, 436면/정가 22,000원 (회원 20,000원), 우송시 송료 2,100원 별도부담**

철근 콘크리트 구조설계메뉴얼

• 본서는 극한강도 설계공식에 근거하여 도표와 설계예제를 작성하였으며, 그림을 이용하여 설계를 쉽고 빠르게 할 수 있고, 또 설계과정에서 반복되는 계산을 함축하여 계산과정을 단축시켜 설계실무에 편리하도록 집필되어 있다.

- 제1권 : 보 · 브래킷 · 기초의 설계 · 제2권 : 기둥 · 벽체의 설계 · 제3권 : 슬래브의 설계
- **A4, 3권/정가 37,000원 (회원 10% 할인), 우송시 송료 2,700원 부담**