

신·구 콘크리트의 접합면 조건에 따른 부착특성

Bond characteristics by joint condition between old and new concrete

주봉철*** 김영진** 김병석* 박성룡*** 김덕진****
Joo, Bong Chul Kim, Young Jin Kim, Byung Suk Park, Sung Yong Kim, Duk Jin

ABSTRACT

In these days, the deterioration of bridges make it necessary for decks to be replaced and it is inevitable to apply the precast decks to minimize the traffic control induced from the deck placement. This precast deck construction makes the physically discontinuous interface between old and new concrete. Usually, the adhesive force at this interface are ignored. However, for crack behavior and reliable long term behavior, it is required to evaluate the exact value of the cohesive force at the interface. This research investigates the cohesive characteristics at the interface. Four different interface surface conditions are tested and three different methods are used to measure the cohesive strength at the interface. In addition, cohesive characteristic at the surface between precast panels are investigated with different interface surface conditions.

1. 서론

최근 교량의 노후화로 교량 바닥판 교체공사의 필요성이 부각되고 있으며, 현재 교체공사가 진행중인 교량도 있다. 바닥판 교체공사시 공기단축으로 인한 교통통제의 최소화를 위하여 프리캐스트 바닥판의 적용이 불가피한 실정이며, 서해대교 공사시 Loop이음 프리캐스트 바닥판 공법이 실제로 적용되었다. 공장에서 제작된 프리캐스트 바닥판 패널을 현장에서 RC로 연결할 경우, 프리캐스트 콘크리트와 연결 콘크리트와의 접합면, 그리고 손상된 교량의 바닥판을 부분 교체할 경우, 기존의 콘크리트와 새로운 콘크리트의 접합면에서 물리적 특성이 다른 두 콘크리트의 접합면이 존재하는 경우가 많이 있다. 이와 같은 경우, 일반적으로 신·구 콘크리트간의 부착력은 없는 것으로 가정하고 있다. 본 연구에서는 다양한 조건에서의 콘크리트 부착특성을 실험을 통해서 확인하고자 한다.

본 연구의 목적은 물리적 특성이 다른 두 콘크리트가 시공시간의 차이를 두고 서로 연결되는 경우, 신·구 콘크리트의 접합면이 생기게 되는데, 이 접합면의 조건에 따라 두 콘크리트간의 부착특성을 파악하고자 하는 것이다. 이를 위해 접합면 조건을 4가지로 변화시키고, 3종류의 인장강도 측정방법을 사용하여 접합부의 부착강도를 측정하였다. 또한, 연결부 타설시 접합면 상태에 따른 부착특성을 추가적으로 확인하여 보았다.

* 정회원, 한국건설기술연구원 구조시스템그룹 수석연구원
** 정회원, 한국건설기술연구원 구조시스템그룹 선임연구원
*** 정회원, 한국건설기술연구원 구조시스템그룹 연구원
**** 학생회원, 명지대학교 토목환경공학과 석사과정

2. 실험체 설계

2.1 실험체 설계

실험체는 직접인장과 할렬인장, 휨인장 실험을 실시하기 위해 그에 적합한 형상으로 설계 제작되었다. 직접인장 실험체는 폭과 높이가 10cm인 정사각형의 단면으로 가력장치를 삽입한 2개의 구 콘크리트를 신 콘크리트로 부착시켜 총 길이는 37cm이다 (그림 1). 할렬인장 실험체는 지름 15cm인 원주형으로 원형단면의 절반을 구콘크리트로, 나머지 반을 신 콘크리트로 타설하여 제작하였다(그림 3). 그리고, 휨인장 실험체는 폭과 높이가 20cm인 정사각형 단면으로 길이가 1m인데 중앙 20cm가 신 콘크리트로 연결되어 있으며, 지간길이 75cm를 3등분하여 연결부분에 순수 휨모멘트만이 작용하도록 하중을 가하였다(그림 5). 그림 2와 그림 4, 그림 6은 각각의 실험장면을 나타낸 것이다.

또한, 본 연구에 사용된 신 콘크리트는 초기 건조수축으로 인한 접합면 손상을 방지하고자 CSA계열의 팽창제를 첨가한 팽창콘크리트를 사용하였으며, 구 콘크리트 재령 21일째에 타설 되었다. 압축강도는 실험을 통해 재령 28일을 기준으로 구 콘크리트는 41.5MPa이고, 신 콘크리트는 26.2MPa로 측정됐다. 그림 7은 재령에 따른 압축강도 측정결과를 나타낸 것이다.

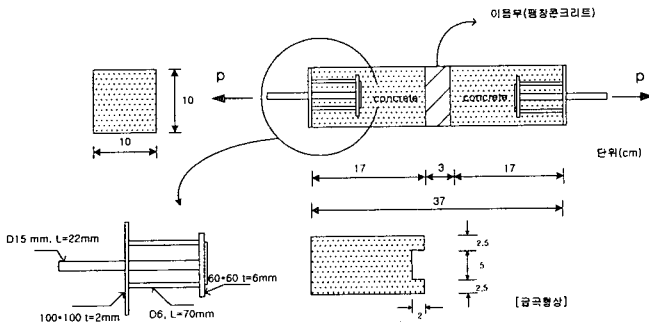


그림 1 직접인장 실험체 설계

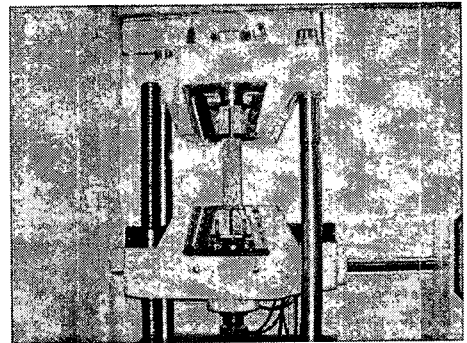


그림 2 직접인장 실험장면

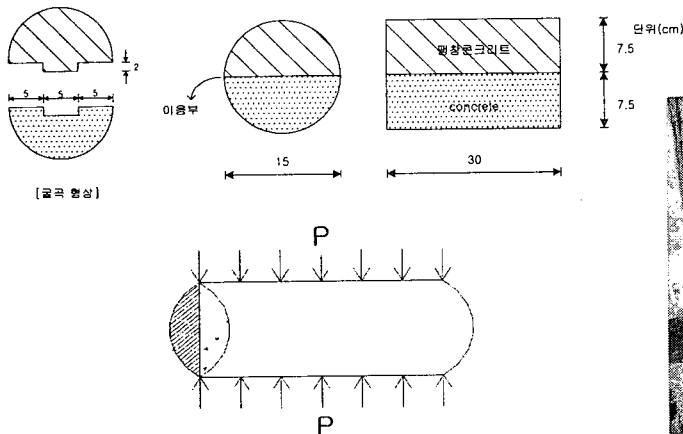


그림 3 할렬인장 실험체 설계

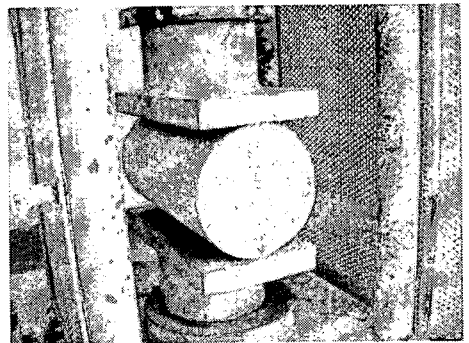


그림 4 할렬인장 실험장면

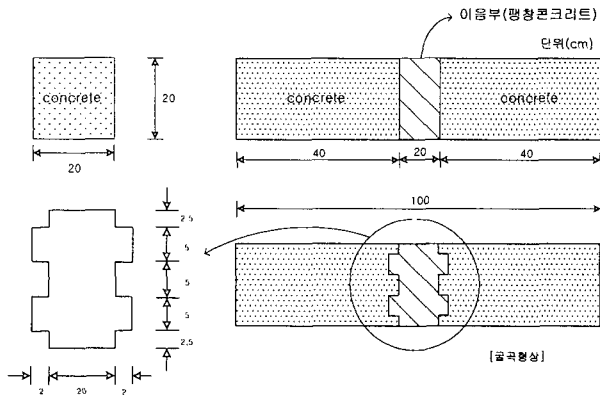


그림 5 횡인장 실험체 설계

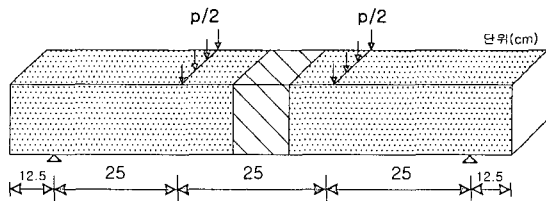


그림 6 횡인장 실험장면

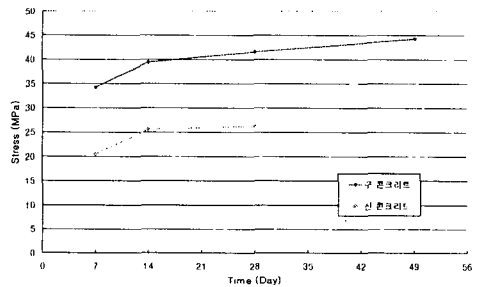


그림 7 압축강도 측정결과

2.2 실험체 구분

실험체 구분은 실험종류에 따라 접합면 처리방법과 접합면 상태로 구분하였다. 먼저 실험종류를 직접 인장실험, 할랄 인장실험 그리고, 휨 인장실험으로 구분하여 신·구 콘크리트 접합부의 인장응력을 측정하였으며, 각 실험마다 접합면 처리방법을 4가지로 구분하였다. 접합면 처리방법은 일반적인 마무리 방법인 흙손(Trowel: T)으로 연결면을 마무리하는 방법과 워터젯(Water-Jet: W)을 이용하여 골재를 노출시키는 방법, 정과 해머를 이용하여 타격(Impact: I)에 의한 접합면 처리방법, 그리고, 거푸집으로 굴곡(Bend: B)을 만들어 연결면을 처리하는 방법으로 구분하였다. 또한, 신 콘크리트 타설시 구 콘크리트의 접합면의 상태를 건(乾, Dry: D)·습(濕, Wet: W)으로 구분하여 표기하였다. 이것을 표 2.5.1에 요약하여 나타냈다. 여기서, NC는 연결면이 없이 일체로 제작된 실험체를 나타낸 것이다. 한편, 콘크리트 재령에 따른 부착강도 특성을 알아보기 위해 신 콘크리트의 재령을 기준으로 7일과 14일, 28일로 구분하여 실험을 실시하였다.

표 1 실험체 구분

	흙손 (T)	타격 (I)	워터젯 (W)	굴곡 (B)	일체제작
건(乾, D)	TD	ID	WD	BD	NC
습(濕, W)	TW	IW	WW	BW	

3. 시험 결과

3.1 직접 인장강도 특성

직접 인장실험 결과를 그림 8에 그래프로 나타내었다. 직접 인장실험에 의한 파괴양상은 신·구 콘크리트의 접합면에서 파괴가 발생하였으며, 신 콘크리트 타설시 접합면에 충분한 수분을 공급한 경우 인장강도가 증가하는 것을 확인하였다. 또한, 재령 28일 인장강도를 기준으로 신 콘크리트 재령 7일의 인장강도가 70%이상 발휘되는 것으로 나타나 타설 초기의 습윤상태 및 양생조건등 품질관리가 매우 중요한 요인으로 판단되었다.

또한, 실험결과 접합면 처리방법 중 워터젯으로 접합면의 골재를 노출시킨 W 계열이 가장 우수한 인장강도를 나타내었다. 가장 불리한 조건인 TD와 비교하여 WW는 약 80%이상의 인장강도 증가가 확인되었다. 따라서, 신·구 콘크리트의 연결은 구 콘크리트의 접합면을 워터젯으로 골재를 노출시키고 충분한 습윤상태에서 신 콘크리트를 타설하여 연결하는 것이 바람직한 방법으로 판단된다.

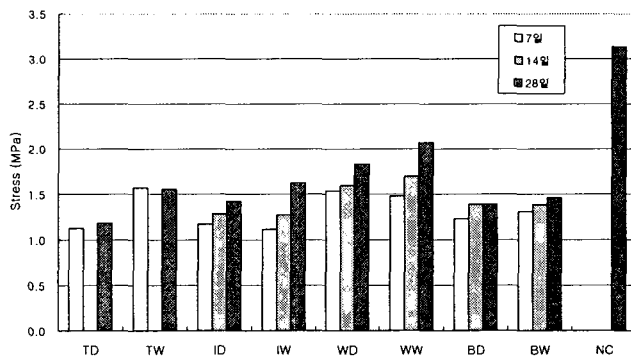


그림 8 직접 인장강도 실험결과

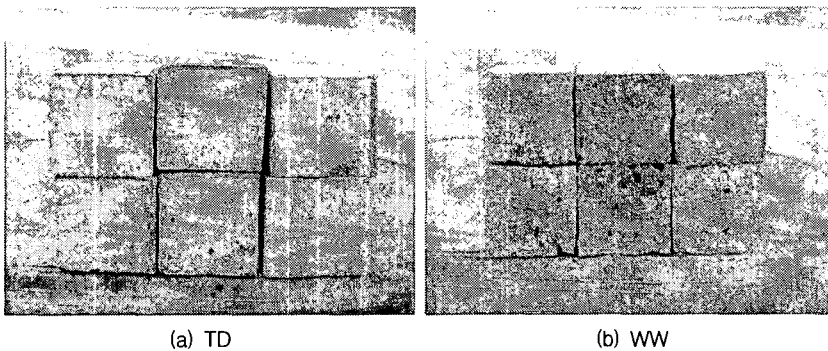


그림 9 파괴된 직접 인장실험체

3.2 활렬 인장강도 특성

간접적인 인장강도 측정 방법인 활렬 인장실험을 통해 그림 10과 같은 결과를 얻었다. 활렬 인장강도(f_s)는 $f_s = 2P / (\pi ld)$ 로 계산된다. 여기서, f_s 는 활렬 인장강도, P 는 시험기에 나타난 최대하중, l 은 실험체의 길이, d 는 실험체 단면의 지름을 나타낸다.

실험결과, 접합면을 거푸집에 의하여 강제 굴곡을 준 B계열이 인장강도가 가장 크게 나타났으며, 타격으로 접합면을 처리한 I계열이 가장 작게 측정되었다. 그리고, 활렬 인장강도 실험에서도 재령 28일 인장강도를 기준으로 신 콘크리트 재령 7일의 인장강도가 70%이상 발현되는 것으로 나타나 초기의 품질관리가 인장강도에 매우 중요한 요인인 것을 알 수 있다. 그러나, 직접인장강도 실험과 비교하여 상대적으로 인장강도를 과대평가하고 있으며, 접합면 처리 방법이나 접합면의 건·습 조건에 따른 특징이 뚜렷이 나타나지 않고 있다.

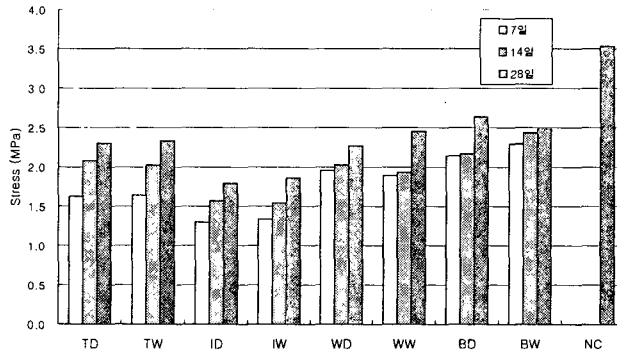


그림 10 활렬 인장강도 실험결과

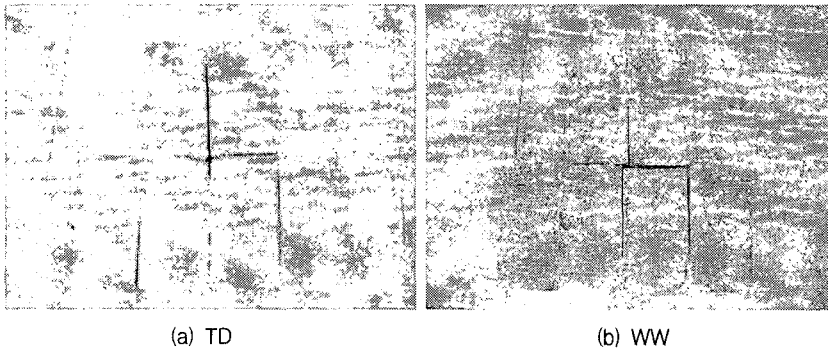


그림 11 파괴된 활렬 인장실험체

3.3 휨 인장강도 특성

재하된 하중에 대하여 휨 인장강도는 $f_m = Pl / (bh^2)$ 로 계산되어진다. 여기서, f_m 는 휨 인장강도이고, P 는 실험기의 최대하중, l 은 지점간 거리, b, h 는 시험체 단면의 폭과 높이이다. 실험조건상 신 콘크리트 타설시 접합면의 건·습은 구분하지 않았다.

실험결과를 양생기간과 접합면 처리방법으로 구분하여 그림 12에 나타내었다. 직접 인장강도와 비교하여 휨 인장강도는 약 2배정도 크게 나타나고 있으며, 워터젯으로 접합면을 처리한 W계열이 가장 큰 인장강도를 나타내고 있으며, 일체로 타설하여 접합면이 없는 NC의 약 80%정도의 크기이다. 따라서, 접합면 처리방법에 따라 신·구 콘크리트의 접합면의 휨 인장강도를 상당히 증가시킬 수 있는 것을 알 수 있다.

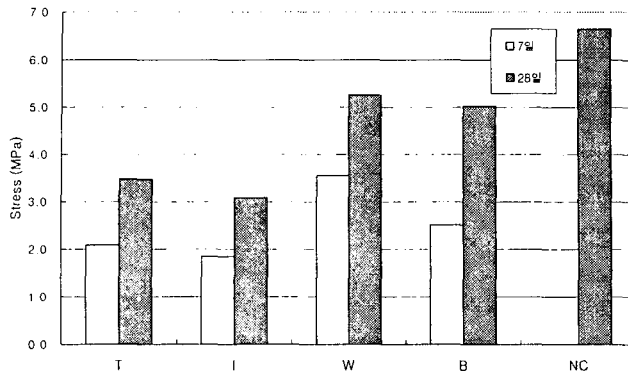


그림 12 흰 인장강도 실험결과

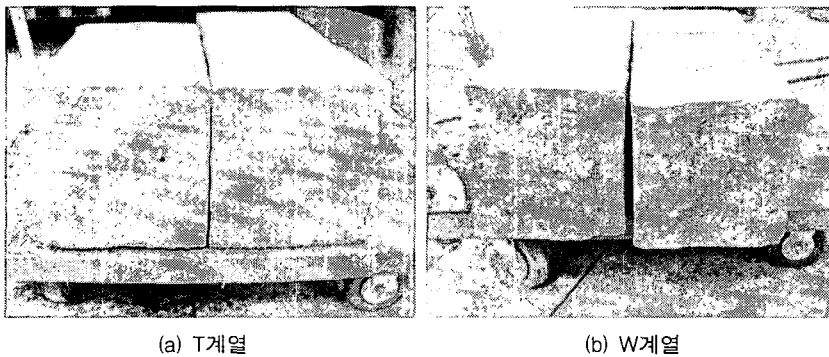


그림 13 파괴된 직접 인장실험체

4. 결론

본 연구는 다양한 실험을 통하여 물리적 특성이 다른 두 콘크리트 접합면의 부착 특성에 대해 다음과 같은 결론을 얻었다.

접합부 처리방법에 따라 신·구 콘크리트의 접합면의 인장강도를 상당히 증가시킬 수 있는 것으로 확인됐다. 접합면 처리 방법 중 워터젯으로 구 콘크리트의 골재를 노출시키고, 접합면이 충분한 습윤상태에서 신 콘크리트를 타설하는 방법(WW)이 가장 바람직한 것으로 판단된다. 직접 인장실험의 경우, WW는 접합면을 처리하지 않은 TD와 비교하여 약 80%이상의 인장강도 증가되었으며, 흰 인장실험에서는 일체로 타설하여 접합면이 없는 NC의 약 80%정도의 인장강도를 나타내는 것으로 확인됐다. 또한, 재령 28일 접합부 인장강도를 기준으로 재령 7일에 70% 이상의 발현되는 것으로 확인되어, 신 콘크리트 타설 후 초기 품질관리가 신·구 콘크리트의 부착특성에 매우 중요한 요인으로 나타났다.

참고문헌

1. 한국건설기술연구원, “장수명 합리화 교량 바닥판 개발(I)”, 2002.12.
2. 대우건설, “프리캐스트 콘크리트 교량 바닥판의 개발 및 실용화”, 건설교통부, 1997.11.
3. James M. Gere, Stephan P. Timoshenko, “Mechanics of Materials”, PWS, 1997.
4. 財團法人 高速道路調査會, “上面増厚工法 設計施工マニュアル”, 1995.11.