

레미콘 기술동향

콘크리트에 대한 학습사이트 개설

일본 全國生コン青年部協議會는 8월 28일 홈페이지에 어린이를 위한 굳지않은 콘크리트 학습사이트(나마콘파크)를 개설하였다. 본 사이트는 콘크리트에 대한 알기쉬운 소개와 퀴즈 등을 통해 굳지않은 콘크리트에 대한



일본의 굳지않은 콘크리트 학습사이트

학습의 기회를 일반인들에게 제공하고 있다.

나마콘파크는 굳지않은 콘크리트와 사회의 관계를 설명하는 생콘메인館과 믹서차의 구조, 작동 등을 소개하는 아지트라館, 굳지않은 콘크리트 제조에 관한 기초지식을 배울 수 있는 생콘工場館의 3개관으로 구성되어 있다.

퀴즈 코너에서는 굳지않은 콘크리트에 관한 문제를 제시하고, 해답을 알려준다.

본 사이트를 통해 굳지않은 콘크리트에 대한 흥미를 부여하고 향후 콘크리트의 배합 등도 알기 쉽게 소개할 방침이다.

〈<http://www.zennama.or.jp/park>〉

일본에서의 단위수량 관리의 현 수준

일본에서 단위수량 측정은 다음과 같은 3가지 목적으로 수행된다.

- ① 시공자가 좋은 콘크리트를 만들기 위해

품질변동을 체크하여 제조사에 피드백할 목적

- ② 일본 國交省 통지 이후 발주자나 감리자의 지시로 시공자가 수행
- ③ 제조자가 공정관리의 일환으로 단위수량을 관리함으로써, 콘크리트 배합에 대해 제조자가 책임을 지고 관리하는 본래의 의미로서 수행

三井健郎 (竹中工務店 기술연구소 건설기술연구부)는 사용자의 입장(건축분야)에서 본 군지않은 콘크리트 단위수량 측정의 문제로서, 콘크리트 타설비용의 약 10%를 점하는 단위수량 측정경비에 대한 문제와 계측업무를 숙련된 시험 대행회사에 위탁하여 시험해야 할 것인가에 관한 문제를 제기하고 있다.

또한, 十河茂幸 (大林組 기술연구소 부소장)은 사용자의 입장(토목분야)에서 본 단위수량 측정의 문제로서 다음과 같은 7개 항목을 제시하였다.

- ① 배합계획서와 배합보고서의 불명확함
- ② 계약을 위한 배합과 성능보증을 위한 배합
- ③ 단위수량과 콘크리트 성능간의 관련 데이터 부족
- ④ 단위수량 저감을 위한 노력 부족 (골재, 시멘트, 혼화제 업계)
- ⑤ 군지않은 콘크리트의 검사기술의 부족
- ⑥ 군지않은 콘크리트 보증시스템의 부족 (책임문제)
- ⑦ 보상문제

한편, 일본 國交省 통지문에서는 $\pm 15\text{kg}$, $\pm 20\text{kg}$ 의 가이드라인을 설정하고 있는데, 이는 측정 정밀도의 오차 $\pm 10\text{kg}$, 제조자 측의 정밀도 오차 $\pm 10\text{kg}$ 정도를 반영한 것으로 보고 있다.

2006년 일본 건축학회 재료시공위원회에서는 일본건축공사 표준시방서 5장 철근콘크리트 편 (JASS 5) 개정과 관련하여 단위수량

평가를 품질관리 항목으로 반영할 것을 검토 중이며, 관계업계와의 공청회를 통해 2008년 개정안에 제시할 것으로 알려져 있다.

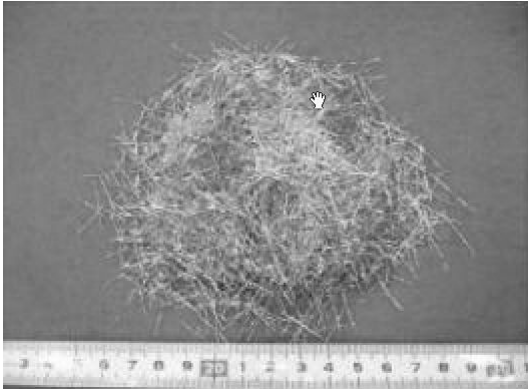
〈セメント新聞〉

초고강도섬유보강콘크리트로 180MPa를 실현

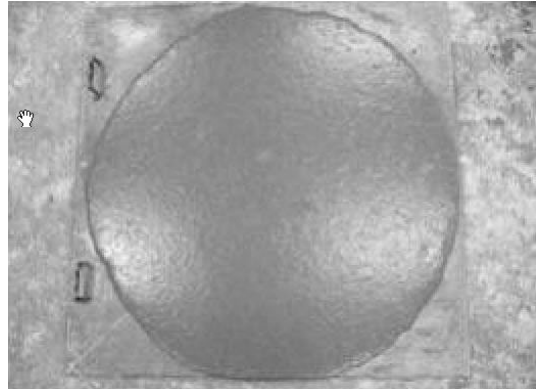
일본의 鹿島, 電氣化學工業, 住友電工 스텝-ルワイヤ-, 三井住友建設의 4사는 강도, 인성에 있어서 지금까지의 콘크리트 상식을 넘는 차세대의 신재료 「SUQCEM : “SUper high-Quality CEmentitious Material” (등록상표)」을 개발하여 일본 최초로 도로교에 적용하였다. SUQCEM은 특수한 강섬유를 혼입한 초고강도섬유보강콘크리트로서 일반 콘크리트 대비 10배 이상의 휨강도를 발현하고, 철근에 의한 보강이 불필요한 재료이다. 鹿島를 중심으로 4사는 지금까지 개발하여 온 섬유보강콘크리트 기술과 초고강도콘크리트 기술을 발전시켜 일본의 기술과 재료로 이 차세대 재료인 「SUQCEM」을 개발하였다. 더욱이 설계·시공기술을 확립하여 도로교에 최초로 적용하였다.

SUQCEM은 특수한 강섬유를 혼입한 초고강도섬유보강콘크리트로 설계기준강도 180MPa, 휨강도 30MPa을 발현하고 있다. 혼입된 특수강섬유가 인장응력을 부담할 수 있기 때문에 구조물에 철근을 배치할 필요가 없으며, 자기충전성이 높고 내구성이 우수하여, 부재를 가능한 얇게 할 수도 있다. 교량의 보 부재에 적용하는 경우, 상부 부재를 경량화할 수 있게 됨에 따라 하부의 교각 등을 작은 단면으로 할 수 있다.

SUQCEM은 pre-mixed 결합재, 잔골재, 특수강섬유, 감수제 및 배합수로 구성된다. Pre-mixed 결합재의 개발과 2종류의 길이가



보강용 특수 강섬유



우수한 유동성

다른 강섬유를 혼합함으로써 우수한 구조물 성능과 시공성을 효율적으로 실현하였다. 또한, SUQCEM은 상당히 치밀한 구조이기 때문에 수밀성과 내구성이 상당히 우수한 재료이다. 이 때문에 LCC(Life Cycle Cost)면에서 일반 콘크리트와 비교하여 상당히 유리하게 된다.

SUQCEM은 2001년부터 2004년까지 재료개발을 하였고, 2004년부터 실구조물에의 적용을 검토하였다. 실구조물에 적용하기 위하여 플랜트에서의 제조실험, 실대부재의 제작실험, 실대부재의 재하실험, 장기계측실험을 실시하고, 재료의 보유성능, 부재의 구조

성능, 내구성과 시공성 등을 검토하였다. 이러한 성과를 바탕으로 「SUQCEM 설계·시공 매뉴얼 기술위원회」가 일본토목학회 「초고강도 섬유보강 콘크리트의 설계·시공지침(안)」에 나타난 각종성능을 만족하므로 동 지침에 준하여 설계·시공이 가능하다는 것을 확인하였다.

SUQCEM은 2005년 11월에 일본 愛媛縣 西條市の 도로교 「Asia Town 교량」의 상부주부에 적용하였다. 교량은 SUQCEM으로 제작한 pre-tension 보 13개로 구성되어 있으며, 공장에서 제작한 SUQCEM 보를 운반, 가



타설 상황



완성한 교량 모습

Asia Town 교량 상부구조 비교			
구 분	중공슬래브	SUQCEM	
주 보 본수	13본	13본	
보 높이	500mm	450mm	
단면형상	폐단면	개단면	
주방향 PC 강재	1S15.2 12본	1S15.2 9본	
보 1본당 중량	8.2tf	5.3tf	35%감소
전체 주 보 중량	126.9t	94.5t	26%감소

増谷 1호교 상부구조 비교			
구 분	중공슬래브	SUQCEM	
주 보 본수	6본	5본	
보 높이	325mm	300mm	
단면형상	충실단면	개단면	
주방향 PC 강재	1S12.7 10본	1S12.7 3본	
보 1본당 중량	4.0tf	2.1tf	47%감소
전체 주 보 중량	25.4t	12.7t	50%감소

설한 후에 충전콘크리트를 타설하고, PC 강재로 전 보를 일체화한 구조형식이다. 본 교량의 경우, SUQCEM 보를 적용함으로써 기존의 중공슬래브와 비교하여 보 1개당의 중량을 약 35% 감소시킬 수 있었고, 주 보의 전체 중량도 약 26% 경량화할 수 있었다. 보의 경량화에 따라 운반·가설설비비의 경감과 더불어 하부 교각의 단면축소로 경제성이 향상되었다.

「Asia Town 교량」에 이어 熊本縣 多良木町の「増谷 1호교」에도 SUQCEM 보를 적용하였다. 増谷 1호교에서도 주 보 전체의 중량

은 기존 슬래브 보의 약 50%로서, 고정하중을 대폭적으로 저감할 수 있었으며, 구교에는 없었던 안전시설을 설치할 수 있었다.

〈www.kajima.co.jp〉

콘크리트구조물의 균열발생위험을 정량적으로 평가 가능한 설계법 개발

鹿島는 철근콘크리트 구조 슬래브의 내구성에 큰 문제가 되는 수축 균열의 발생위험을

해석에 의해 예측하고, 적절한 대책에 의해 억제할 수 있는 균열제어 설계법 (SCRAD)을 개발 하였다.

균열은 구조부재에 발생하는 수축응력이 균열강도를 상회하는 경우에 발생한다. 본 설계법은 새롭게 개발한 해석수법에 의해 수축응력과 균열강도를 예측하고, 균열발생의 리스크(균열발생확률)를 정량적으로 평가할 수 있다. 지금까지 경험적으로 수행되어 왔던 재료 및 시공에 관한 균열대책에 대하여, 본 설계법은 균열대책을 수치로 평가할 수 있다.

향후 鹿島에서는 건축물의 고내구화에 대한 사회적 요구에 부응하기 위해서 중요한 요소기술로서 본설계법을 적극적으로 채용할 방침이다.

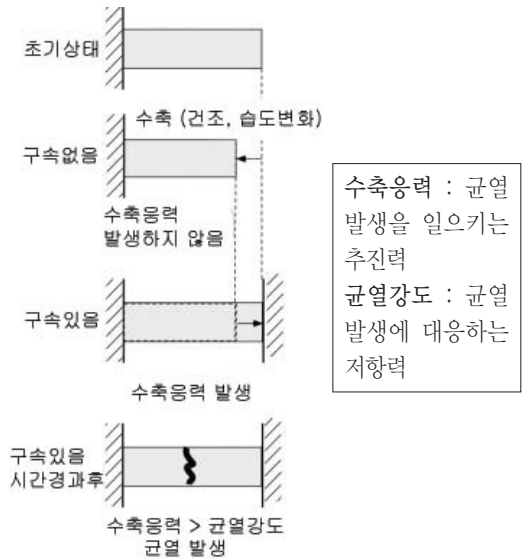
설계법의 개요

본 설계법에서는 균열발생의 메커니즘을 모델화하고 있다. 수축균열은 건조와 온도변화에 의해 수축을 억제하는 요인, 예를 들면, 슬래브에서 보에 의한 구속에 의해 발생하는 수축응력이 균열강도를 초과하기 때문에 발생하는 것이다. 그러나 실제 수축균열의 메커니즘은 복잡하기 때문에 균열발생의 예측이 정확하다고는 말하기 어려운게 현실이다.

여기서 당사에서 각종 조건차에 있어서 수축응력을 해석에 의해 산정하고, 균열강도를 압축시험결과로부터 산정함으로써 균열계수를 산출하고 균열발생가능성의 지표인 균열발생확률을 계산한다.

이 균열발생확률은 일기예보의 강수확률과 같은 개념으로 0~5%에서는 균열 발생 가능성이 매우 낮고, 30%이상이면 균열발생 가능성이 매우 높게 된다.

또한 본 설계법에서는 균열발생확률을 허용치 이하로 억제하기 위해서 콘크리트 재료

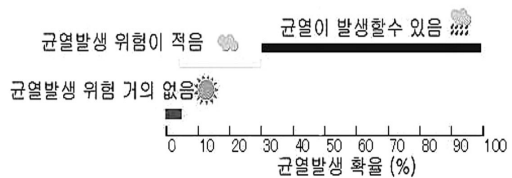


균열발생 메커니즘

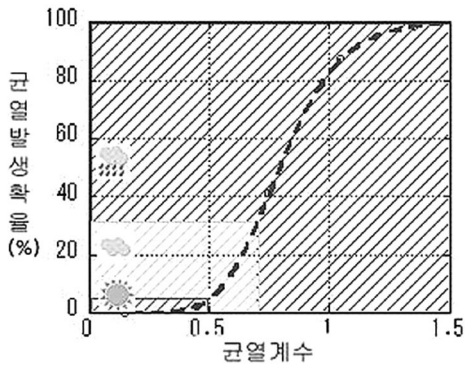
및 시공법, 구조형식의 변경에 의한 대책을 제안하고, 이 제안에 관한 비용 대 효과를 산정할 수 있다.

본 설계법의 핵심이 되는 설계용 해석 툴은 표계산 소프트웨어상에서 간편하게 작동되므로, 설계와 시공담당 기술자가 쉽게 사용할 수 있고, 보통 건물이라면 해석에 걸리는 시간은 반일정도 소요된다.

또한, 이 해석법에서는 균열의 발생확률만을 추정하지만, 비선형유한요소법에 의한 정밀법에서는 균열의 위치와 폭을 평가할 수 있



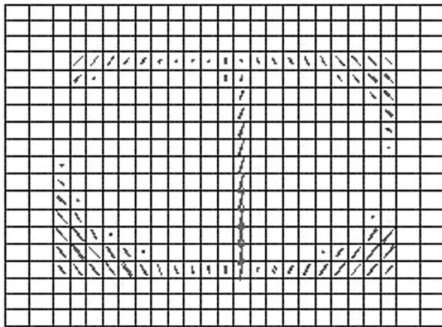
균열발생 확률과 균열발생의 관계



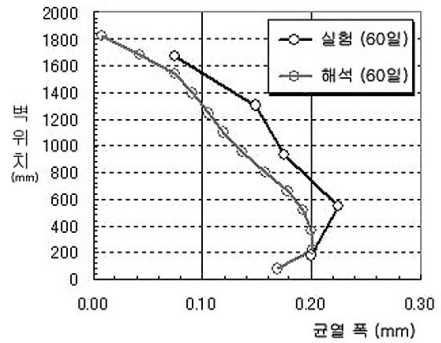
균열계수와 균열발생확율의 관계



벽 부재 입면과 균열 상황



균열 시뮬레이션 결과



중상위치 균열 폭에 관한 실험과 해석의 비교

다. 이 시뮬레이션 기법은 탄소성 FEM으로 불려지는 선단해석방법을 이용한 것으로 균열위치, 균열시기 및 균열폭까지 상세히 예측할 수 있다. 그러나, 아직까지는 이 정밀법에

의한 설계는 적용사례가 없고, 부재의 정밀검증 수준에 머물고 있다.

<www.kajima.co.jp>