

굳지않은 콘크리트의 강도평가의 중요성

서 치 호

〈건국대학교 건축공학과 교수·공학박사〉

- | | |
|----------------|---------------------|
| 1. 서언 | 2) 단위수량 측정방법 |
| 2. 강도평가방법 | 3) 물시멘트비의 측정방법 |
| 2.1 국내외의 연구동향 | 4) 축진양생에 의한 강도추정 방법 |
| 2.2 기존의 연구평가방법 | 3. 결론 |
| 1) 단위시멘트량 측정방법 | |

1. 서 언

건축생산에 있어 콘크리트는 가장 일반적이며 보편화된 주요구조재로 폭넓게 사용되고 있으며 건축생산기술의 발전과 더불어 성능개선이 가속화 되고 있다. 또한, 최근 급속한 경제성장과 산업구조의 다변화 및 다가올 건축생산환경에 부응하기 위해 콘크리트가 갖고 있는 결함들을 개선함과 동시에 성능개선 및 안정적인 품질관리에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

콘크리트에서 품질관리를 위하여 요구되는 제반 성질과 그 시험 방법은 크게 강도특성과 역학적 특성으로 나눌수 있다. 강도특성은 압축강도, 인장강도, 휨강도 시험을 통하여 얻어지고 역학적 특성은 응력-변형도 관계, 탄성계수, 포아송비, 크리프 특성, 건조수축, 열팽창 계수 등 다양한 콘크리트의 성질을 포함한다. 하지만 콘크리트의 여러 가지 특성 중에서 가장 중요하게 고려되고 있는 것은 강도

이다. 철근 콘크리트 구조물에 있어서 콘크리트의 강도는 그 구조물의 안정성을 평가하는 기본적인 요소로서 콘크리트가 소정의 강도를 확보하고 균질성을 유지하는 것은 구조물의 안정성을 확보하는데 필수적이며, 다른 여러 가지 성질을 추정할 수 있는 가장 기본적인 기준이 되기 때문이다.

따라서 콘크리트의 품질은 일반적으로 압축강도로 나타내며, 시공시 현장에서 채취한 공시체를 28일간 양생하여 압축강도 시험을 행함으로써 그 품질을 평가하고 구조물의 안정성을 판정하게 된다. 그러나 콘크리트는 목재나 철재 등 다른 건설재료와는 달리 시공시 완전한 제품이 아니기 때문에 그 품질을 즉시 확인할 수 없는 단점이 있다. 따라서 콘크리트의 품질시험 결과를 공사에 신속하게 반영할 수 없는 결점을 수반하게 되는 것이다. 이런 이유로 시험결과가 소요의 강도에 이르지 못할 때는 안전의 문제뿐 아니라 심각한 경제적, 행정적 손실을 초래하게 되며, 소요의 강

도를 상회할 경우에도 자원의 낭비등 비경제적이 될 것이다.

건설현장에서 이러한 강도평가의 문제점이 지적되면서 굳지않은 상태에서 콘크리트의 신속한 강도 평가에 관한 요구가 급증하고 있다. 뿐만 아니라, 각종 건설공사가 기계화, 고층화, 대형화되어가고 콘크리트의 고성능화가 진행되는 최근의 추세에 비추어 볼 때 콘크리트의 품질검사 및 판정방법의 개선은 시급한 문제라 할 수 있다.

콘크리트 제조후 수시간 내지 1~2일 이내에 신뢰성 있는 강도의 평가가 이루어진다면 공사중의 이상을 빨리 발견할 수 있을 뿐만 아니라, 다음 공정으로의 빠른 이행이 가능해지며 시험결과를 신속하게 콘크리트의 제조에 반영할수 있고, 결과적으로 품질관리나 검사에 유연하게 대처할수 있을 것이다.

콘크리트의 강도를 굳지않은 상태에서 신속하고 신뢰성 있게 판정할 수 있는 방법에 관한 연구는 이미 선진외국에서 활발히 진행되고 있으며 국내에서도 근래에 관심이 대두되고 있는 분야이기도 하다.

이러한 굳지 않은 콘크리트의 조기 강도평가 방법에 관한 지금까지의 연구 및 평가 방법에 관하여 기술하기로 한다.

2. 강도평가 방법

2. 1 국내외의 연구동향

콘크리트의 품질이나 강도를 조기에 추정할 수 있는 방법들은 매우 오래전부터 개발·사용되어져 왔으며, 크게 직접적인 추정법과 간접적인 추정법으로 분류할 수 있다.

이러한 움직임의 시초로 1931년 W. M. Dunagan은 셋기분석법을 발표하여 굳지않은 콘크리트의 각 재료를 구하는 방법을 제안

하였다. 이 방법은 ASTM에 규격화 되었으나 현재는 폐지되었고, 현재 국내 및 일본에서는 간편하고 오차를 최소화 할 수 있는 방법으로 개선시켜 KS 및 JIS규격으로 사용되고 있다.

L. J. Murdock은 1948년 비중계를 이용한 단위시멘트량 측정방법을 발표하였고, 1959년 일본에서는 이 방법에 관한 연구를 계속하여 일본의 표준시험방법으로 발전시켰다.

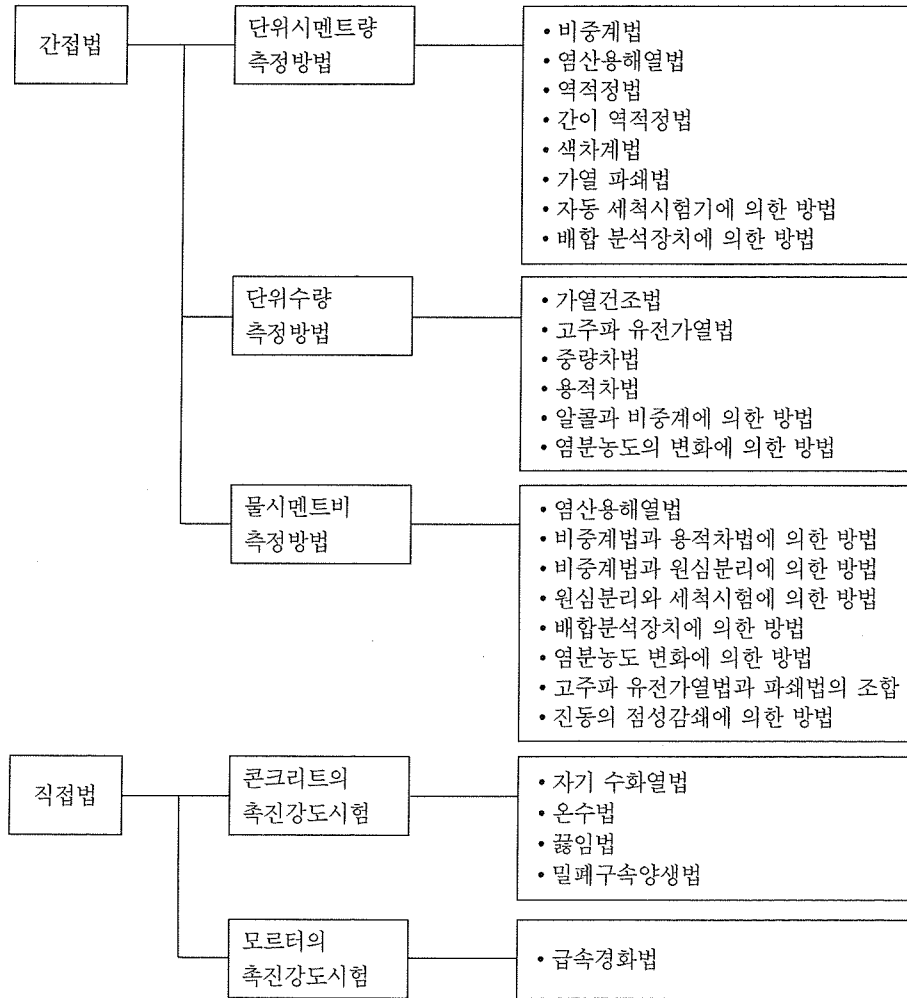
D. C. Covault는 1962년 중성자 활성화 분석에 의한 Ca량의 측정으로 시멘트량을 추정하는 방법을 제안하였으며, R. T. Kelly는 1968년 염광도계를 이용한 시멘트량 측정방법을 처음으로 발표하였고, 일본의 村田二郎 등은 1974년 이 방법과 NaCl용액 농도차에 의한 단위수량 추정법을 조합시킨 물시멘트비 측정의 자동화에 관한 연구를 발표하였다.

紳田衛은 1971년 염산반응열 측정에 의한 시멘트량 측정과 공기중 및 수중의 중량차에 의한 단위수량의 측정을 통하여 물시멘트비를 추정하는 방법을 제안하였다.

또한 캐나다, 미국, 영국 등을 중심으로 축진양생에 의한 강도조기판정에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 이에 따른 규격화가 이루어지고 있다. 일본에서도 축진양생에 의한 조기강도판정에 관한 다수의 연구가 이루어지고 있으며, 최근에는 몇시간만에 급결시킨 공시체로부터 28일 표준양생강도를 판정하는 방법이 발표되기에 이르렀다.

국내에서도 1980년대부터 관심을 갖기 시작하여 PH-Meter법에 의한 조기강도의 추정, 산중화방법에 의한 조기강도의 추정등이 소개 되었으나 실효를 거두지 못하였다. 1980년대 말에는 축진양생이나 물리, 화학적인 방법을 이용한 강도 조기판정법 및 보다 적극적인 복합법에 관한 연구논문들이 발표

〈표-1〉 콘크리트 강도의 조기 판정시험법의 분류



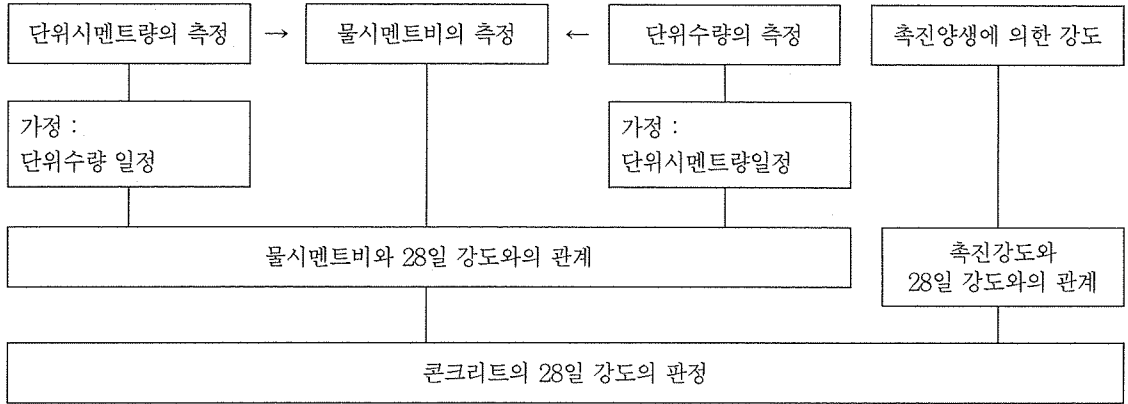
되었다. 1990년대 들어서면서 레미콘의 강도를 조기에 판정하기 위하여 방사성동위원소, 비중계법, 급속경화법 등을 이용하는 방법을 실험적으로 도출하였고, 온수법에 의한 콘크리트의 조기강도 추정법에 관한 연구도 진행되었다.

2. 2 기존의 강도평가 방법

굳지 않은 콘크리트의 강도를 조기에 판정

하는 방법으로는 크게 간접적인 방법과 직접적인 방법으로 분류할 수 있다. 간접적인 방법으로는 단위수량이나 단위시멘트량 및 물시멘트비등을 측정하여 콘크리트의 품질을 판정하거나 28일 강도를 추정하는 것이며, 직접적인 방법은 높은 온도에서 콘크리트나 체가름한 모르터를 일정 시간 동안 축진양생을 통하여 강도의 발현을 가속화시켜 얻은 강도와 28일 강도와의 비교 분석을 통하여 강도를 추정하거나 품질을 판정하는 방법이다.(표-1. 참조)

〈표-2〉 콘크리트 강도의 조기 판정방법과 28일 강도와와의 관계



또한 굳지 않은 상태에서의 강도 판정 시범 법과 28일 강도 사이의 관계를 상호 비교·검 토하여 강도판정에 영향을 미치는 요인을 분 석하여 양호한 상관관계를 도출해야 한 다.(표-2. 참조)

1) 단위시멘트량 측정방법

이 방법은 굳지 않은 콘크리트에서 단위시멘 트량을 측정하여 28일 강도와와의 관계를 규명하 는 데 기초를 두고 있다. 단위시멘트량을 측정 하는데에는 채취한 시료를 혼탁용액화하여 그 혼탁용액의 비중을 측정하여 단위시멘트량을 추정하는 비중계법, 시멘트의 특정 성분이 염 산과 반응할 때의 반응열을 측정하여 단위시멘 트량을 추정하는 염산용해열법, 세척시험기나 배합분석장치에 의한 성분분석법 등이 있다.

콘크리트의 강도는 물시멘트비, 수화도, 골 재간의 부착력, 골재의 품질 등 많은 요인에 의 해 영향을 받으므로 단순히 단위시멘트량을 측 정하여 강도를 예측한다는 것은 다소 무리가 있다. 따라서 이러한 방법들은 콘크리트의 강 도 평가라기 보다는 품질의 검증차원에서 다루 어져야 한다. 실제로 이러한 방법들은 물시멘 트비에 기초한 방법이나 촉진양생을 이용한 방 법들보다 결과가 부정확하며 오차도 큰편이다.

2) 단위수량 측정방법

이 방법은 일정량의 시료에 포함된 수량을 측정하여 콘크리트의 단위수량을 추정하는 것으로 수량의 측정방법으로는 시료를 가열 건조시켜 중량차를 이용하는 가열건조법, 공 기중 중량과 수증중량의 차이에 의하여 계산 하는 중량차법, 절대 용적의 차이에 의한 방 법, 염분농도의 변화에 의한 방법등이 있다.

일반적으로 수량의 변화는 슬럼프의 변동 요인이 되며 특히 고유동인 경우에는 전적으 로 수량의 변화에 의존하게 된다. 따라서 비 교적 신뢰성 있는 단위수량의 추정은 콘크리 트의 품질관리에 유용하게 이용할 수 있을 것 이다. 그러나 단위시멘트량 측정과 마찬가지로 단위수량도 잔골재율에 따른 골재의 분포, 골재의 크기나 무게, 입형, 흡수율 등에 따라 영향을 받으므로 이러한 특성값만으로 강도 를 추정하거나 평가하기 보다는 품질관리의 한 요인으로 다루어져야 한다.

3) 물시멘트비의 측정방법

경화한 콘크리트의 강도는 물시멘트비에 크 게 의존하고 있으며, 따라서 굳지않은 콘크리 트의 물시멘트비를 측정하여 경화후의 강도와 상호비교하므로써 조기에 강도를 추정하는 것

이 가능하다. 물시멘트비는 단위시멘트량과 단위수량을 측정하여 얻어질 수 있으며 측정법으로는 염산용해열법과 공기중 및 수중 증량차에 의한 방법의 병행, 비중계법과 절대용적 차에 의한 방법의 병행, 시료의 성분분석이나 염분농도의 변화에 의한 방법 등이 있다.

물시멘트비에 의한 콘크리트 강도의 추정치는 단위시멘트량이나 단위수량을 이용하는 경우보다 비교적 오차가 적고 신뢰성이 높은 편이나 품질의 양부를 판별하는데 이용하는 것이 합리적일 것이다.

4) 촉진양생에 의한 강도 추정 방법

콘크리트 또는 콘크리트 중의 모르터를 채가름하여 얻은 시료를 높은 온도에서 양생시켜 단시간에 강도를 발현하게 한 후, 얻어진 강도와 표준양생 강도와의 상호 비교분석을 통하여 28일 강도를 추정하는 방법이다. 이 방법은 양생 조건을 변화시켜 콘크리트의 강도특성을 직접 측정하는 것이 되어 콘크리트 강도평가나 추정의 신뢰도가 높다. 그러나 측정하는데 비교적 긴 시간이 소요되며 때에 따라서는 높은 온도로 인하여 안전에 문제를 야기시키기도 한다.

이러한 촉진양생에 의한 강도 추정방법으로는 끓는물에 양생시켜 단시간에 강도를 촉진시키는 방법과 35-80℃ 정도의 온수에 양생시키는 방법, 체가름을 하여 얻어진 모르터에 일정량의 급결제를 혼입하여 높은 온도에 양생시키므로써 강도를 촉진시키는 방법, 자체 수화열을 이용한 양생방법, 상압이나 고압으로 양생시키는 방법 등 여러 가지가 있다.

양생조건을 변화시켜 강도를 촉진시킬 경우에는 수반하는 여러 가지 문제를 고려해야 한다. 즉 양생온도가 높기 때문에 수화가 촉진되어 급속히 강도가 발현되는 반면 높은 양

생온도로 인한 각 재료의 열팽창율의 차이에 의한 균열의 성장으로 종국강도는 다소 감소하게 된다. 따라서 열팽창의 영향을 최소화할 수 있는 양생온도별 최적 전치기간의 선정, 재료의 특성에 따른 양생온도의 선정 및 양생 시간의 선정 등 각각의 요인별로 충분한 연구가 진행되어야 하며 강도발현 메커니즘이 보다 확실하게 규명되어야 한다.

촉진양생에 의한 굳지않은 콘크리트의 강도평가는 비교적 가장 정확한 편이나, 보다 정확한 판정을 위해서는 각 배합의 경우마다 충분한 예비실험을 해야 한다.

3. 결 언

건설현장에서의 기존 강도평가의 문제점을 보완하고 보다 효과적인 품질관리를 위해서 굳지 않은 콘크리트의 강도를 조기에 신속하고 정확하게 판정할수 있는 시험법에 관한 연구는 매우 중요한 의미를 가지며 파급효과 또한 크리라고 예상된다.

하지만 지금까지 살펴본 바와 같이 국내의 콘크리트 강도 조기판정에 관한 연구는 아직 미비한 실정이며 선진 외국에 비하여 초보적인 단계에 머무르고 있다. 특히, 최근 콘크리트의 급속한 성능개선 및 슬립폼등과 같은 지속적인 공법발전에 따른 사용재료의 변화, 혼화재료의 사용 및 관리적 차원에서의 보다 효율적이며 용이하고 정확한 품질의 평가방법을 확립하는데 적극적으로 대처하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 보다 폭넓은 연구의 진행과 자료의 축적을 바탕으로 새로운 품질평가 방법 및 새로운 장비의 개발이 이루어져야 하며, 개발된 장비의 시험연구를 통하여 건설생산 현장에 적용될 수 있는 실질적인 연구효과를 획득하여야 한다.