

블록 강도 및 충격량 시방기준에 관한 연구

A Study on the Standard for the Quality Control of Block Paver

박영석* · 임무광** · 박대근*** · 조윤호****

Park, Young Seok · Lin, Wuguang · Park, Dae Geun · Cho, Yoon-Ho

1. 서론

국내 블록의 물성실험과 관련된 품질기준은 콘크리트 인터로킹 블록에 대한 기준을 대상으로 하며 KS F 4419에 명시되어 있다. 이 기준은 블록의 모양과 휨강도, 흡수율, 투수계수와 두께에 대한 허용수치를 포함하고 있다. 기존의 품질관련 기준은 국외의 그것에 비해 부족한 것이 사실이다. 국내 많은 블록생산업체의 블록을 국내기준에 맞춰 물성 실험을 진행한 바 있다. 그 결과 다양한 이형블록의 등장으로 블록의 물성을 측정하기 어려웠다. 또한 기존 시멘트를 사용한 일반 블록과 달리 취성에 약한 구운 블록의 경우 취성에 대한 저항성이 의심되었다. 따라서 이러한 국내 문제점을 파악을 통해 강도 및 취성 측면에서 새로운 블록 기준 도입이 필요하다.

2. 연구배경

과거 국내 실정은 잦은 보도블록의 교체로 이와 관련된 예산낭비 문제가 대두된 바 있다. 따라서 2005년부터 예산낭비 신고 정책이 실시되었으나 그림 1과 같이 해마다 보도블록 예산낭비 신고 건수 비율이 급속히 감소하여 신고정책 실효성이 문제가 되었다. 2007년 4월, '건설교통부'에서는 보도설치 및 관리지침을 통해 10년 이내에 보도블록의 교체를 금지하는 획일적인 지침을 마련하였다. 따라서 현재 우리나라의 보도블록 포장에 대한 체계적 관리 기준이 부재한 것은 사실이다. 이러한 문제 해결과 체계적 관리 기준 마련을 위한 대안의 하나로 재료에 대한 품질기준 수정을 들 수 있다. 즉, 해외 선진국 수준에 부합하는 새로운 기준 안을 제시하고자 본 연구를 수행하였다.

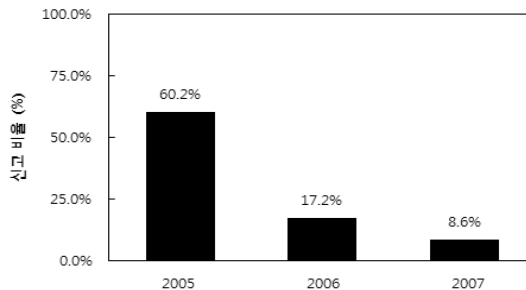


그림 1. 보도블록 예산 낭비 신고 건수

3. 국내·외 블록 강도에 관련기준 고찰

국내의 블록재료 품질 규정은 재료의 강도측정에서 오직 휨강도만을 측정하도록 명시되어있다. 반면 대부

* 비회원 · 중앙대학교 토목공학과 석사과정(E-mail:affordance00@hotmail.com)
** 비회원 · 중앙대학교 토목공학과 석사과정(E-mail:rarelin@naver.com)
*** 정회원 · 서울특별시 도시교통본부 도로르네상스팀 박사과정(E-mail:dgpark@seoul.go.kr)
**** 정회원 · 중앙대학교 건설환경공학과 교수 · 공학박사(E-mail:yhcho@cau.ac.kr)

분 외국의 경우는 아래 표 1과 같이 압축강도를 측정하거나 휨강도 측정 후 압축강도를 병행하는 방식으로 실험을 실시하고 있다.

또한 최근 친환경, 기능성 포장에 대한 관심이 많아지는 추세에 따라 다양한 형태의 블록이 등장하고 있다. 더불어 시멘트를 사용하지 않으며 기능성을 높이기 위해 흙을 고온에서 구워 만드는 등 새로운 재료의 블록들이 시중에 등장하고 있다. 휨강도 실험의 경우 과거에는 블록 자체가 견딜 수 있는 하중에 대해서도 제한치를 두었다. 하지만 현재는 휨강도 수치만 제한하고 두께 수치를 함께 제한하는 방식으로 수정되었다. 이러한 방식은 휨 강도 측정 수치는 정상이나 경제성을 위해 단면을 줄인 블록을 제한하기 위함이다. 이 두 가지 방식 모두 콘크리트 인터록킹 블록에 대해서만 해당하여 현재 점차 다양해지는 블록의 형태와 재료에 대한 물성을 적절하게 평가하기에는 무리가 있다. 따라서 모양이 일정하지 않거나 휨강도 실험을 위하여 시편을 절단하기 힘든 경우 코어링을 통한 시편으로 압축강도를 측정 후 휨강도 수치로 환산하여 강도를 평가하는 것이 더 적합하다. 또한 쉽게 깨지는 블록의 경우 충격량을 제한할 필요성이 있다.

표 1. 주요 국가별 차도 블록 강도 기준^(1,3,4,5,6)

	한국 (KS F 4419)	캐나다 (CSA A 231.2)	영국 (EN 6717)	미국 (ASTM C140)	일본 (JIS A 5371)	호주 (AS/NZ 4465.5)
측정 기준	휨강도 5.0 MPa	압축강도, 28일 45MPa 28일 이후 50 MPa	압축강도, 평균 49MPa 개별적 40MPa	압축강도, 평균 55MPa 개별적 50MPa	압축강도, 32MPa 휨강도, 5MPa	휨강도, 28일 4MPa

4. 실험 실시

모든 블록의 강도, 특히 휨 강도 측정이 불가능한 블록의 강도를 평가할 수 있도록 실험을 계획하였다. 이 때 하나의 시편에 강도평가와 관련된 실험들인 탄성계수, 휨 강도, 압축 강도실험이 가능하도록 순서를 정해 실험을 실시했다. 실험 불가 항목이 있는 블록을 위해 각각의 실험결과에 관계성을 찾아 타 항목으로 수치 환산이 가능하도록 관계성분석을 실시했다. 또한 친환경성을 위해 기능성을 높인 구운 블록의 경우 깨짐 현상을 우려하여 충격량에 대한 간이 실험도 실시하였다.

4.1 실험대상 시편의 종류

실험시편의 경우 포러스블록과 일반블록으로 나누어 블록강도 실험을 실시하였다. 각각의 종류에 따른 시편은 3개로 하였고, 포러스블록의 경우 5종, 일반블록의 경우 7종의 블록을 사용하였다. 충격량 실험의 경우는 일반 시멘트 블록과 시멘트를 사용하지 않고 구워 만든 블록을 포함 한 11종을 사용하였다. 이 때 종류에 따라 역시 3개의 시편을 사용하였고 모든 종류의 블록은 휨강도 기준을 만족했던 블록을 사용하였다.

4.2 실험 방법

그림 2는 다양한 블록에 따른 강도 평가 실험 과정을 제시한 것이다.

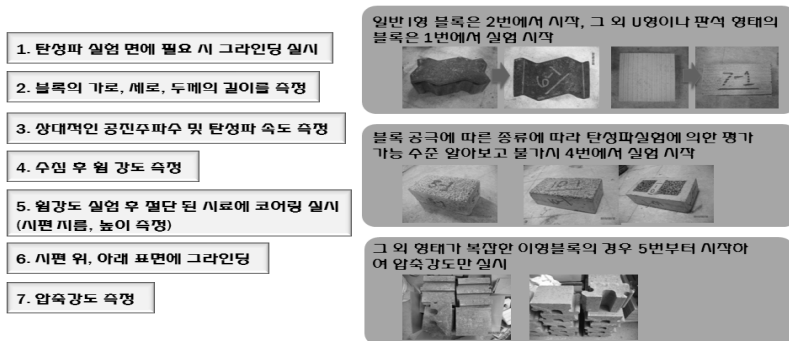


그림 2. 다양한 블록종류에 따른 강도평가 실험 과정

탄성과 실험의 경우 타격부에 굴곡이 있는 블록이나 돌기가 있는 경우 일관성 있는 실험이 불가하여 가장 먼저 시편의 타격부가 매끄럽도록 절단한 후 시편의 치수를 잴 후 탄성과 실험을 실시한다. 깨진 시편에서 이러한 실험이 어렵기 때문에 가장먼저 탄성과 실험을 실시한다. 다음 KS F 4419에 준해 시편을 24시간 수침 후 휨강도 실험을 실시하며, 육면체 블록이지만 형태가 넓은 판석형 블록의 경우 휨강도 실험에 적합하도록 절단한다. 가공이 힘든 복잡한 형상 블록은 향후 코어링을 통한 압축강도 실험만이 가능하다. 휨강도 실험 후 조각난 시편을 이용하여 압축강도 측정을 하기위해 코어링 작업을 실시한다. 압축강도 실험 전 하중편심에 의해 측정치의 정확도가 떨어질 수 있기에 코어링 후 시편 위아래가 평평하도록 그라인딩 처리 한다. 본 실험에서는 시편의 직경과 높이 비를 고려하여 내경 4.5cm의 코어 낱을 사용했다. 그림 2~5는 이러한 각각의 실험방법을 보여주고 있다.



그림 3. 탄성과 실험



그림 4. 휨강도 실험



그림 5. 휨강도 측정 후 코어링 실시

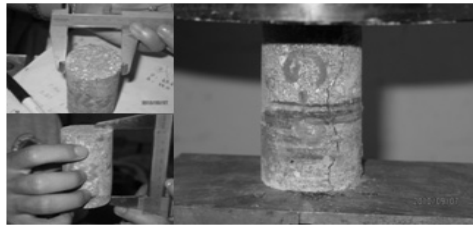


그림 6. 압축강도 실험

충격량 실험의 경우, 충격량을 알면 현장에서 대체실험이 가능하도록 일정한 높이에서 블록에 충격을 가하는 방식을 선택했다. 실험 장비는 예비실험들을 통해 현장에서 구하기 쉽고 목표지점에 정확하고 일정한 충격량을 줄 수 있는 소형 다짐봉을 사용하였다. 또한 일정한 바닥조건을 주기 위해 철판 위에서 실험을 실시하였다. 내부 래머는 무게 2.5kg, 낙하고 0.3m로 래머가 자유낙하 시 주는 충격량은 약 6.05N·s이다. 즉, 약 6.05N·s의 충격량을 블록에 반복적으로 가할 경우 깨짐이 나타날 때까지 횟수를 측정했다.

5. 실험결과

아래의 그림 7은 압축강도 보정 전의 휨강도와 압축강도의 상관성 그래프이다. 그림 8은 표 2의 일본 JIS A 1108기준을 통해 높이/직경 비율에 따른 보정계수를 곱하여 압축강도를 환산한 경우 휨 강도와 상관성을 살펴본 그래프이다. 그 결과 보정계수를 곱한 경우 상관관계가 더 높은 것으로 나타났다. 또한 두 경우 모두 압축강도가 휨 강도에 비해 약 3~3.5배 높은 것을 알 수 있다.

표 2. 압축강도를 위한 시편의 높이/직경 비율에 따른 보정계수⁽²⁾

시편의 높이/직경 비율	보정계수
2.00	1.12
1.75	1.10
1.50	1.08
1.25	1.04
1.00	1.00

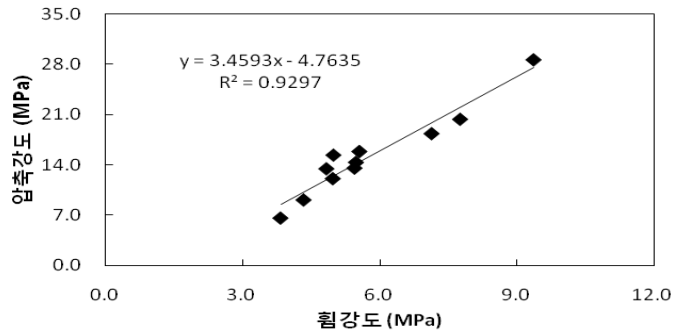


그림 7. 보정 전 휨-압축강도 관계도

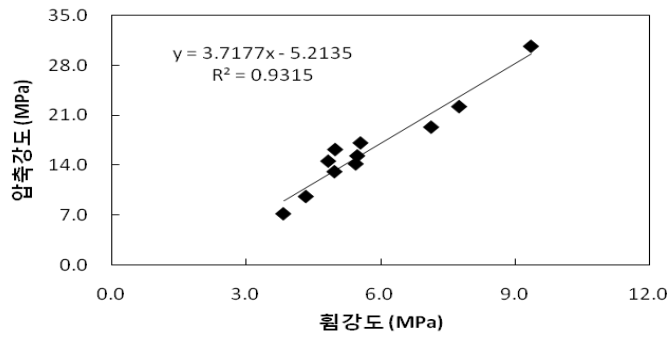


그림 8. 보정 후 휨-압축강도 관계도

그림 9, 10은 휨 강도 및 압축 강도에 각각 대응하는 탄성파속도와의 상관관계를 보여준다. 일반적 예상과 달리 포러스블록의 경우가 일반블록에 비해 휨 및 압축강도와의 상관관계가 높게 측정되었다.

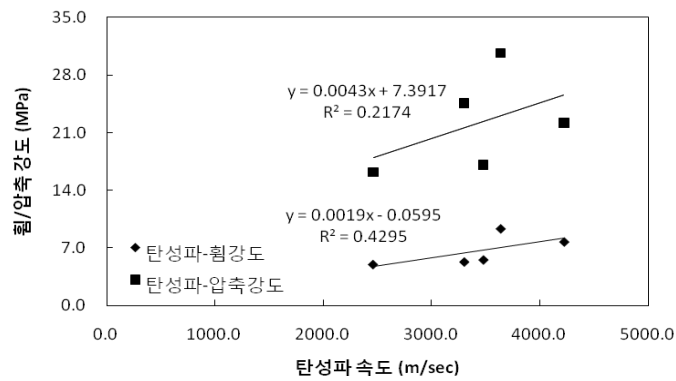


그림 9. 휨/압축강도-탄성파속도(일반블록)

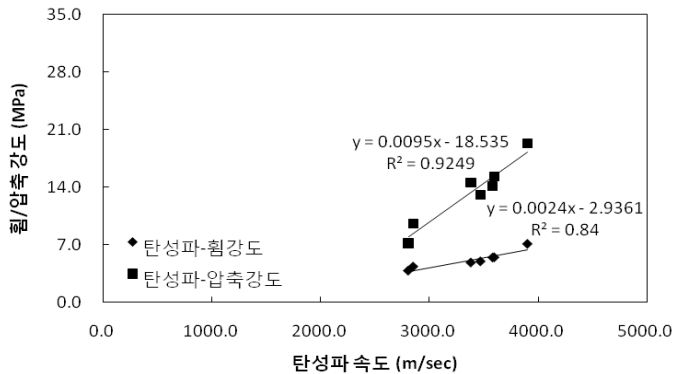


그림 10. 휨/압축강도-탄성 파속도(포러스블록)

그림 11은 충격량 실험의 결과를 보여준다. 포러스/일반블록으로 종류를 분류하여 평가한 결과 모두 최고, 최저 수치를 제외하면 3~5회 정도의 고른 수치를 보였다. 따라서 블록 종류에 따라 충격량 건담 횟수와의 관계가 없었으며, 따라서 다음과 같이 모든 종류의 블록을 함께 평가하였다.

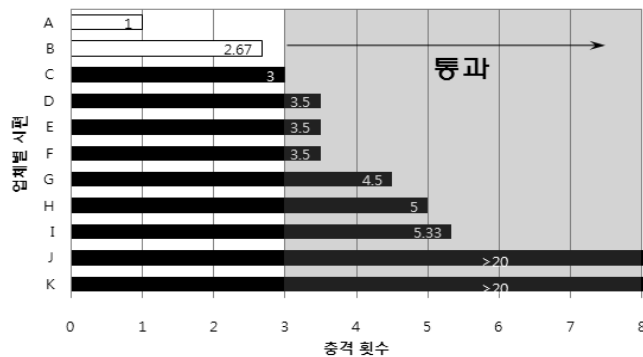


그림 11. 블록종류에 충격실험 결과

예상대로 시멘트를 사용하지 않고 구운 블록의 경우 1회의 충격에도 모든 시편이 건디지 못했다. 일반 시멘트 사용 블록의 경우 한 개를 제외하고 대부분의 블록이 충격횟수 3회 이상에서 깨짐이 발생하였다. 각각의 시편을 고려할 때 3회에서 깨지는 블록이 많아 3회 이상의 충격횟수에서 깨짐이 발생하는 경우를 충격 실험 기준으로 설정하는 것이 적합하였다.

6. 결론 및 향후 계획

다양한 이형블록의 등장으로 기존 시방에 의한 품질실험으로는 그 평가가 어려웠다. 즉, 강도와 취성 측면에서 특이한 성질의 블록이 도입되어 이를 측정할 수 있는 실험 도입이 요구되었고 이를 위한 실험을 계획, 실시하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 하나의 블록 시료에 휨강도와 압축강도를 동시에 측정할 수 있는 실험을 제시하였다. 또한 압축강도 측정을 통해 휨강도 수치를 추정해 보려 하였고, 그 결과 상관성이 높음을 알 수 있었다.
- 블록의 압축강도 및 휨강도와 이에 각각 해당하는 탄성파속도와의 관계를 회귀식을 통해 분석하였다. 그 결과 포러스블록의 경우 높은 연관성을 나타냈다.
- 블록 취성 평가를 위한 충격량 실험을 위해 소형 다짐봉을 사용한 간단한 실험을 실시하였다. 3회의 충격



에서 대부분의 블록에 깨짐이 발생하여 기준을 3회로 제안하였다.

이러한 실내 실험 결과를 바탕으로 예비 제안을 한 후 서울시 투수성 포장 시험 시공되는 현장 공용성 결과를 바탕으로 새로운 기준 안을 제시할 수 있도록 지속적으로 관련 연구를 수행할 것이다.

감사의 글

본 연구는 서울시청에서 지원하는 '친환경 투수블록 포장 시험시공 및 개선방안 도출 용역'을 통해 이루어진 것으로 본 연구가 가능하도록 도와주신 관계자 분들께 진심으로 감사드립니다.

참고 문헌

- 한국표준협회, "KS F 4419: 보차도용 콘크리트 인터로킹 블록" 2009
- 일본표준협회, "JIS A 1108: 블록 압축강도 실험"
- 일본표준협회, "JIS A 5371: 프리캐스트 무근 콘크리트 제품"
- BS EN 1338:2003, "Concrete Paving Block-Requirements and Test Methods"
- Concret Masonry Association of Australia, "Concrete Segmental Pavements Guide to Specifying" 1997
- Interlocking Concrete Pavement Institute Guide Specs, "Interlock Concrete Pavement on a Cement Treated Base"