

완충재 잔류변형 평가를 위한 영향요인 분석

Factor Analysis to evaluate the Residual Strain in Resilient Materials

정진연†·박종영*·정갑철*·임정빈**·김경우***

Jinyun Chung, Jongyoung Park, Gabchul Jeong, Jungbin Im and kyoungwoo Kim

1. 서 론

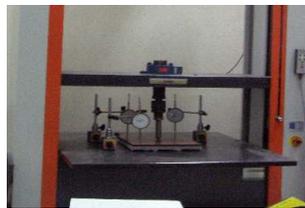
최근 사회적으로 큰 문제가 되는 바닥충격음 성능을 개선하기 위해 슬래브 상부에 바닥충격음 저감재(완충재)가 시공되고 있다. 하지만 완충재는 재료가 다양하고 바닥충격음 성능 편차가 매우 심하게 나타난다. 정부에서도 이러한 완충재의 물성을 규제하기 위하여 국토해양부고시 제2009-1217호⁽¹⁾를 통해 완충재 성능기준에 대하여 언급하고 있다. 최근 세대 내에 피아노나 책장과 같은 중량의 물체가 설치되는 경우가 적지 않은 상황에서 슬래브 상부구조에서 발생될 수 있는 처짐에 대한 문제를 검토할 필요성이 제기되고 있다. 처짐에 대한 규정은 국내에는 정립되어 있지 않고 독일의 DIN 규격⁽²⁾에서 잔류변형에 대한 규정을 적용하고 있다.

따라서 본 연구에서는 처짐에 대한 연구의 기초자료 확보를 위하여 DIN규격에 따라 측정된 잔류변형 측정방법을 검토하고 결과에 영향을 주는 요인을 분석하고자 한다.

2. 측정개요

2.1 시험장치

바닥판은 평면도 0.5 mm 이상이고 수평면에 대하여 경사 $\pm 1^\circ$ 로서 충분히 하중을 견딜 수 있는 변형이 없는 것으로 하였다. 가력 전 두께를 측정하는 가압판은 평면도 0.2 mm 이상, 크기 200 mm 각의 정방형으로서 질량 1 kg(재하질량 25



[Fig. 1] 잔류변형 시험장치

kg/m²) 오차 $\pm 1\%$ 로서 변형이 없는 것으로 하였고 가력 후 두께를 측정하는 것은 평면도 0.2 mm 이상, 크기 200 mm 각의 정방형으로서 질량 8 kg(재하질량 200 kg/m²) 오차 $\pm 1\%$ 로서 변형이 없는 것으로 하였다. 가력장치는 가압판의 상부에서 편심이 생기지 않는 장치로서 설정질량이 48 kN/m²에 상당하는 힘으로 안정되게 가력할 수 있는 것으로 하였다.

2.2 측정방법

시험체에 질량 1 kg(재하질량 25 kg/m²)의 200 mm 정사각형의 가압판을 올려놓고 2분이 경과한 후 높이를 가력 전 두께로 기록하고, 질량 8 kg(재하질량 200 kg/m²)의 200 mm 정사각형의 가압판을 얹어 15초 후에 48 kN/m²의 추가하중을 2분간 가한 후 추가압력을 제거하고 5분 후의 높이를 가력 후의 높이로 기록하였다. 높이의 측정은 대각선 양방향에서 측정하였다.



(a) 가력 전 (b) 가력 후

[Fig. 2] 가력 전후 두께의 측정

3. 측정결과

3.1 시편의 종류에 따른 비교

1) 재질에 따른 비교

잔류변형은 시편의 재질에 따라 영향을 받게 된다. 따라서 보편적인 완충재로 사용되는 주요한 재질 5가지를 선정하여 잔류변형을 측정하였다. 측정에 사용된 시편은 각 재질에서 표준바닥구조용으로 사용되는 20 mm를 대상으로 선정하였다. 측정결과 [Fig. 3]과 같이 각 재질별로 크게 편차가 발생됨을 확인할 수 있기 때문에 잔류변형 측정에 있어서 이러한 영향을 검토할 필요가 있다.

2) 동탄성계수에 따른 비교

† 교신저자; (주)대우건설

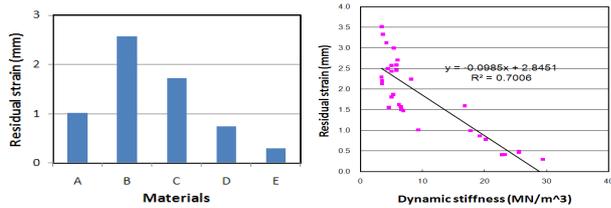
E-mail : jinyun97@dwconst.co.kr

Tel : (031) 250-1224, Fax : (031) 250-1131

* (주)에스아이판

** (주)대우건설

*** 한국건설기술연구원



[Fig. 3] 재질별 잔류변형 [Fig. 4] 동탄성계수와 잔류변형

완충재의 사용에 있어서 동탄성계수가 낮은 제품은 일반적으로 부드러운 제품으로 처짐이 발생할 확률이 많은 것으로 알려져 있다. 이러한 동탄성계수가 잔류변형에 미치는 영향을 A 제품을 이용하여 검토한 결과, [Fig. 4]와 같이 보편적인 경향은 일치하지만 상관성이 크게 나타나지는 않음이 확인되었다. 이는 최근에 개발된 제품들의 경우에는 밀도가 높으면서 동탄성계수가 낮게 개발되는 제품이 개발되어 잔류변형에 있어서도 동탄성계수만으로 평가하는 것은 적절하지 않은 것으로 판단된다.

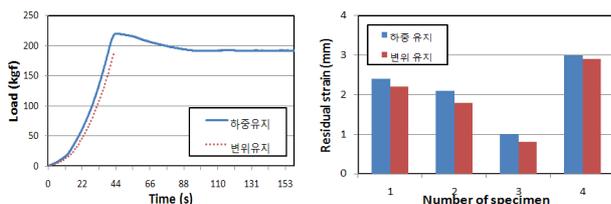
3.2 하중 재하방법에 따른 비교

1) 하중 유지방법

DIN 규격에 따르면 가력 후의 높이를 계산하는 경우에 48 kN/m²의 추가하중을 2분간 가하고 추가하중을 제거한 상태에서 높이를 측정하도록 되어 있다. 여기서 하중을 가하는 방법에 대한 검토가 필요할 것이다. [Fig. 5]에서와 같이 일정한 하중을 2분 동안 계속 유지하는 것과 하중은 감소되는 상태에서 변위만을 유지하는 것에 따른 편차가 발생됨을 확인할 수 있다. [Table 1]에서는 하중 유지방법에 따른 편차를 몇 가지 재료를 이용하여 검토한 결과, 하중이 유지되는 경우가 제거되는 경우에 비해 잔류변형량이 크게 측정됨을 확인할 수 있다.

[Table 1] 하중 유지방법에 따른 비교 (두께: 30 mm)

No.	재질	하중 재하방법	밀도 (kg/m ³)	동탄성 계수(MN/m ³)	손실 계수	잔류변형 (mm)
1	A	하중유지	25	3.4	0.08	2.4
		변위유지	25	3.5	0.08	2.2
2	A	하중유지	21	5.3	0.10	2.1
		변위유지	21	5.2	0.10	1.8
3	A	하중유지	16	9.5	0.21	1.0
		변위유지	15	9.4	0.20	0.8
4	B	하중유지	36	6.2	0.19	3.0
		변위유지	37	6.3	0.20	2.9



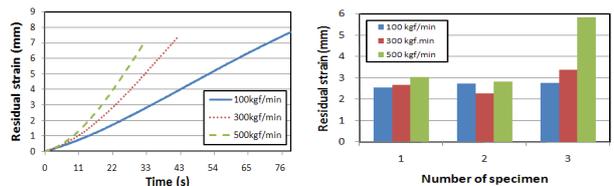
(a) 하중 유지방법 측정 예 (b) 측정결과
[Fig. 5] 하중 유지방법에 따른 측정

2) 하중 재하속도

DIN 규격에서는 하중을 재하하는 속도에 대한 언급이 없는 실정이다. 하지만 시험장비를 사용하는데 있어서 추가하중을 가하는 재하속도에 따라 잔류변형의 편차가 발생하는 요인으로 판단되므로 이에 대한 검토를 하고자 한다. 우선 하중 재하속도를 100, 300, 500kgf/min의 3가지 조건에 대하여 측정결과를 비교하였다. 측정결과 특히 밀도가 높고 동탄성계수가 낮은 제품(No.3)의 경우에 재하속도에 따른 편차가 크게 나타남을 확인할 수 있다.

[Table 2] 하중 재하속도에 따른 비교 (두께: 30 mm)

No.	하중재하 속도(kgf/min)	밀도 (kg/m ³)	동탄성 계수(MN/m ³)	손실 계수	잔류변형 (mm)
1	100	15	5.6	0.08	2.6
	300	15	5.8	0.13	2.7
	500	15	5.6	0.10	3.0
2	100	15	4.9	0.07	2.8
	300	15	4.8	0.06	2.3
	500	16	4.6	0.06	2.8
3	100	21	3.8	0.08	2.8
	300	20	3.7	0.07	3.4
	500	22	3.8	0.08	5.9



(a) 하중 재하속도 측정 예 (b) 측정결과
[Fig. 6] 하중 재하속도에 따른 측정

4. 결 론

완충재의 처짐에 대한 검토를 위해 독일의 DIN 규격을 이용하여 검토한 결과는 다음과 같다.

1) 잔류변형은 시편 재질에 따라 편차가 크게 발생되므로 재질에 대한 검토가 필요하다. 또, 동탄성계수와 잔류변형의 상관성을 검토한 결과, 동탄성계수만으로 평가하는 것은 적절하지 않은 것으로 판단된다.

2) 잔류변형 측정방법에서 추가하중을 유지하는 경우가 변위만을 유지하는 경우에 비해 잔류변형량이 크게 측정됨을 확인할 수 있다. 하중 재하 속도는 밀도가 높고 동탄성계수가 낮은 제품일수록 편차가 크게 나타나므로 속도에 대한 규정이 필요할 것이다.

참고문헌

- (1) 국토해양부고시 제2009-1217호, 2009.12.18, 공동주택 바닥 충격음 차단구조인정 및 관리기준
- (2) DIN 18164, Rigid cellular plastics insulating building materials - Polystyrene foam impact sound insulating materials