



국내 블록 생산업체에서는 일반적으로 블록의 모르타르 배합비(시멘트와 잔골재의 비)를 평균적으로 1:5에서 1:6으로 사용하고 있다. 그러나 이러한 높은 모르타르 배합비로 국의 기준인 45~50Mpa이상의 높은 강도를 만족하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 모르타르비를 1:3으로 하여 실험을 실시하였다.

3.2 플라이 애쉬

플라이 애쉬란 석탄화력 발전소에서 미분탄을 약 1,400~1,500℃의 고열로 연소시켰을 때 발생하는 분말로써 플라이 애쉬는 포졸란 반응이 극히 크며 입자의 비표면적이 시멘트와 거의 비슷하여 장기강도 확보, 내구성 증진 및 건조수축 저감에 좋은 재료이며, 알칼리 골재반응 억제, 내투수성 증가 및 작업성 개선에도 좋은 재료로 알려져 있다.

2001년 와이오밍 도로국(WTD)에서는 CTB에 플라이 애쉬를 이용한 안정처리기층을 도로에 적용하면서 플라이 애쉬가 시멘트와 같은 강도를 나타내면서 현격한 경제적, 환경적 효과를 보이고 고속도로 및 일반도로에서 25% 적용 후에도 공용성이 매우 좋다고 평가하고 있다. 또한, 1994년 와이오밍 대학의 K. Ksaibati는 플라이 애쉬로 처리한 기층의 강도 실험 결과 최대 55% 사용시에도 시멘트 재료만을 사용한 기층의 강도와 같다는 연구결과가 발표하였으며, 반사 균열 억제에도 좋은 효과가 있다고 보고하였다.

3.3 NBR(Nitrile Butadiene Rubber)

NBR(Nitrile Butadiene Rubber)은 라텍스 계열의 SBR과 유사한 폴리머 고분자이다. 현재 콘크리트 제품에는 사용하고 있지는 않으나 SBR(Styrene Butadiene Rubber)처럼 시멘트 모르타르에 분산이 되어 배합수가 없어지게 되면 Latex Solide 입자가 결합하여 미세공극에 충전한다. Latex Solid의 결합에 의한 필름막 형성과 충전 효과에 의해 재료의 수밀성이 크게 개선되며 Latex Solid의 탄성적인 성질과 부착력에 의해 콘크리트 균열저항성, 동결융해 저항성이 개선된다.

〈표 1〉 시험인자 및 수준

| 시험인자 | W/C | 모르타르 비 | 시멘트 | 플라이 애쉬 | 모래:석분 | 석분 | 모래 | NBR |
|------|------------|------------|-------------------|----------------------|------------|-------------|--------------|---------|
| 수준 | 25% 30% | 1:6 1:3 | 340 457 571 | - 114(20%치환) - | 5:5 2:8 | 1020 342 | 1020 1371 | - 3% |

4. 시험인자 및 수준

블록의 배합은 00블록생산 업체의 배합을 기본으로 하고 시험인자를 모르타르 비 및 혼화재(Fly-ash 및 NBR)로 하였다. 모르타르 비는 “친환경 4S 포장시스템 개발” 에서 1:2가 적합하다는 기존 문헌을 토대로 경제성을 고려하여 1:3으로 결정하였다. 모래와 석분의 비는 잔골재의 입도 분석을 통해 합성비율을 결정하였다. 블록생산 방식은 습식과 건식 두 가지로 나눌 수 있다. 습식의 경우 높은 W/C 비로 인하여 일정기간 지그틀에서 양생을 실시해야 하는 반면 건식의 경우 진동다짐과 압축프레스를 이용한 재료의 성형으로 생산즉시 탈형하여 습윤양생 한다. 최근 블록의 생산은 지그틀을 반복하여 사용하여 경제적인 건식방식을 채택하고 있다. 따라서 실험실에서 건식방식을 채택하여 실내실험을 실시하였다.

5. 실험결과

5.1 인터로킹 블록 배합설계

각 수준별 배합설계 표는 다음 〈표 2〉와 같다. 배합의 구분은 기존의 00업체의 블록배합을 기본으로 모르타르비를



1:3, 모래와 석분비를 8:2로 조정한 배합을 “O배합” 으로 나타낸다. 또한 “F” 는 fly-ash 20%치환, “N” 은 NBR의 3% 투입을 나타낸다.

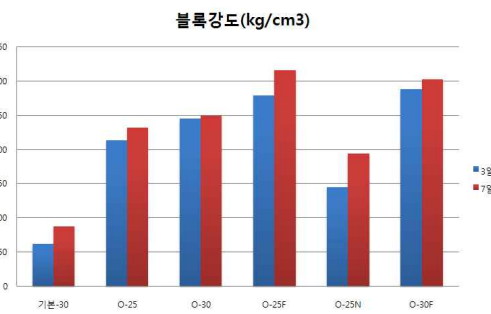
〈표 2〉 실내실험 블록 배합

| 구분 | 단위중량(kg/m ³) | | | | | | | |
|-------|--------------------------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|-----|
| | W/C | 물 | 시멘트 | 플라이애쉬 | 석분 | 모래 | AE제 | NBR |
| 기본 | 0.3 | 100.7 | 334.4 | - | 1003.4 | 1003.4 | 0.04% | - |
| O-25 | 0.25 | 142.8 | 571.2 | - | 342.7 | 1371 | | |
| O-25F | 0.25 | 142.8 | 457 | 114.2 | 342.7 | 1371 | | - |
| O-25N | 0.25 | 142.8 | 571.2 | - | 342.7 | 1371 | | 3% |
| O-30 | 0.3 | 166.8 | 555.2 | - | 333.1 | 1332.6 | | |
| O-30F | 0.3 | 166.8 | 444.16 | 111 | 333.1 | 1332.6 | | |

5.2 Concrete 특성

5.2.1 압축강도

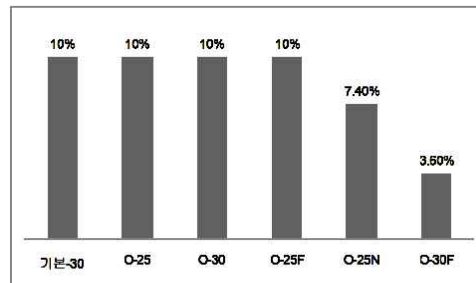
위의 실험배합을 통하여 제작한 5cm×5cm 큐빅 공시체를 수증양 생 후 압축강도를 비교하였다. 다음 〈그림 1〉는 재령별 압축강도 시험 결과를 나타내고 있다. 그림에서 보는 것과 같이 기존의 배합보다 O배합의 강도가 2배 이상 높게 측정되었다. 또한 플라이 애시를 치환한 배합의 강도가 가장 높게 나타났다. 이는 플라이 애시 미립자가 블록의 공극을 채움으로서 강도증진 효과가 있는 것으로 판단된다. NBR의 경우는 기존의 배합보다는 높은 강도를 나타내지만 첨가제를 넣지 않은 배합의 강도보다는 초기 강도가 낮게 측정되었다. 이는 압축강도 측정시 Latex 필름 막에서 파괴가 발생하여 초기강도가 저하되는 것으로 판단된다.



〈그림 1〉 실내실험 블록 압축강도

5.2.2 공기량

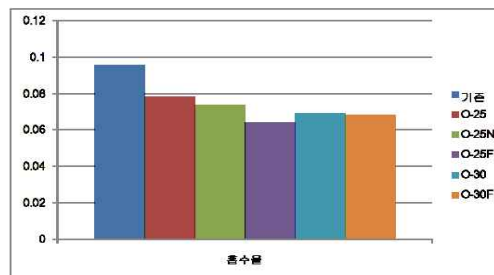
공기량의 경우 대부분의 배합에서 10%이상의 공기량을 보였으며 W/C 비가 30%의 경우 NBR을 넣은 배합과 플라이 애시를 넣은 배합은 7.4%와 3.6%의 공기량을 나타냈다. 이는 NBR과 플라이 애시가 시멘트입자와 입자 사이를 충전하여 공기량을 저하시킨 것으로 판단된다.



〈그림 2〉 실내실험 블록의 공기량

5.2.3 흡수율

KS F 4419에서 동결융해에 대한 저항성을 고려하여 인터로킹 블록의 흡수율을 각각의 경우 10%이하, 평균 7% 이하로 제시되어 있다. 각 배합의 흡수율을 비교하면 기존배합보다 O 배합의 흡수율이 낮게 측정되었으며 O-25F 배합의 흡수율이 가장 낮았다. 이는 플라이 애쉬 입자가 모르타르 입자사이를 채워 수밀성이 증가한 결과로 추측된다.



〈그림 1〉 실내실험 흡수율

6. 현장시험

6.1 현장시험 배합

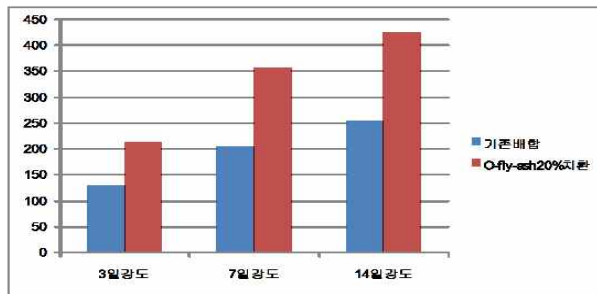
실내시험을 바탕으로 최적의 배합이라 판단된 fly-ash 20% 치환 배합에 대하여 현장시험을 통하여 기존 블록과의 성능 비교 및 현장 적용성을 평가하였다. 배합표는 아래의 <표 3>과 같이 플라이 애쉬 배합과 기본배합 두 배합을 생산하여 비교해 보았다.

<표 3> 현장시험 배합

| 구분 | 단위중량(kg/m ³) | | | | | | |
|-------|--------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| | W/C | 물 | 시멘트 | 플라이애쉬 | 석분 | 모래 | AE제 |
| 기본 | 0.3 | 100.7 | 334.4 | - | 1003.4 | 1003.4 | 0.04% |
| O-25F | 0.25 | 142.8 | 457 | 114.2 | 342.7 | 1371 | 0.04% |

6.2 현장시험 압축강도

현장시험을 통해 제작한 기존블록과 O-25F의 배합의 압축강도는 다음 <그림 4>과 같다. 아래에서 보는 것과 같이 기존배합의 경우 3일, 7일, 14일 압축강도가 13MPa(130kg/cm²), 20MPa(200kg/cm²), 25MPa(250kg/cm²)이고 플라이 애쉬를 치환한 배합의 압축강도는 21MPa(210kg/cm²), 35MPa(350kg/cm²), 42MPa(420kg/cm²)으로 플라이 애쉬를 치환한 블록의 압축강도가 40%정도 증가함을 알 수 있다.



<그림 5> 현장생산 블록의 압축강도

6.3 흡수율

현장생산 블록의 1개의 시료에 2개의 시험편을 취하여 시험편의 절건 무게와 포건 무게를 구하여 계산하였다. 그 결과 두 시험 모두 KS 기준을 만족하며 기존 배합의 흡수율이 7%이며 O-25F의 흡수율이 6%로 기존의 블록의 흡수율보다 1%정도 낮은 것으로 나타났다.

7. 결론 및 향후 연구계획

7.1 결론

본 연구는 보차도용 인터로킹 블록의 재료개선을 위해 모르타르비, 플라이 애시 및 NBR을 달리하여 각각의 배합에 대한 특성을 살펴보았으며 그 결론은 다음과 같다.

1. 실내시험 블록의 압축강도 측정결과 기존의 배합보다 O배합(모르타르 및 모래, 석분 비율조정)이 2배이상의 강도 증진 효과가 있다.
2. 시멘트 량의 20%를 플라이 애시로 치환한 배합이 모르타르 입자사이의 플라이 애시 충전효과로 인하여 높은 강도발현 효과를 나타낸다.



3. 블록재료에 대한 공기량의 규정은 없지만 위의 실험을 통하여 건식의 경우 AE제를 넣지 않아도 충분한 공기량을 포함하고 있음을 알 수 있다.
4. 실내실험 흡수율은 기존 배합에 비하여 O 배합의 흡수율이 낮게 측정되었다. 가장 흡수율이 낮은 O-25F배합은 플라이 애쉬 분말이 시멘트모르타르 사이에 충전하여 흡수율이 낮게 나타난 것으로 판단된다.
5. 현장실험을 통하여 실내실험의 현장 적용성 평가 및 기존배합과 O-25F의 압축강도를 비교한 결과 플라이 애쉬를 치환한 O-25F배합의 강도가 기존블록과 비교하여 40%의 강도 증진효과가 있다.
6. 현장실험을 통한 흡수율의 경우 기존배합과 O-25F 배합 둘다 기준을 만족하였으며 O-25F배합이 기존배합보다 흡수율이 1% 낮은 것을 확인하였다.

7.2 향후 연구계획

본 연구는 현재의 블록의 재료를 개선하기 위한 실험이다. 실내실험으로 블록의 압축강도 및 공기량, 흡수율에 대하여 살펴보았다. 현재 블록의 내구성에 대한 실험으로 실내실험 배합의 동결융해 실험을 진행 중에 있다. 또한 실내실험을 통한 건식 생산방식의 모사의 한계가 있는 만큼 현장시험을 통한 실내실험의 검증이 필요하다. 따라서 향후 NBR을 넣은 배합의 현장실험을 실시할 예정이다.

참고 문헌

1. 콘크리트 분과 위원회(도로학회), “유럽의 콘크리트 포장 및 기능성 포장,” 한국도로학회, 2004
2. 한국표준협회, “KS F 4419 : 보차도용 콘크리트 인터로킹 블록,” 2001
3. 한천구, 이상태, 이대주, 신병철, 김진선, 권상준, “고로슬래그 시멘트를 사용한 인터로킹 블록의 특성에 관한 연구,” 토목학회 1997년 가을 논문집 Vol.19 No.2, pp. 203~206
4. 한천구, 김정민, 백명숙, 이상태, 최청각, 김기철, “재생골재를 이용한 식재용 콘크리트 블록의 형태개발에 관한 기초적 연구,” 콘크리트 학회 2002년도 가을 학술발표회 논문집, Vol.14 No.2, pp. 261~264, 2002
5. 김홍열, 채창우, 이세현, 양관섭, “재생골재를 사용한 시멘트벽돌의 제조 및 성능평가에 관한 연구” 대한건축학회 논문집 제 12권 11호, 1996.11
6. 김희성, 진치섭, “주물공장 플라이애쉬를 혼합한 콘크리트 블록 및 벽돌의 기초적 성질,” 콘크리트 학회 2001년도 가을 학술발표회 논문집, Vol.13 No.2, pp.87~, 2001
7. 한천구, 신병철, 이상태, 김기철, 김진선, 권상준, “플라이애쉬 치환율 변화에 따른 인터로킹 블록의 특성에 관한 연구,” 콘크리트 학회 1998년 봄 학술발표회 논문집, Vol.10 No.1, pp. 99~104, 1998
8. 한천구, 이상태, 김기철, 신병철, 이동남, “미립분의 혼입율 변화에 따른 인터로킹 블록의 특성,” 콘크리트 학회 1999년도 가을 학술발표회 논문집, Vol.11 No.2, pp. 171~174, 1999