

황토모르타르의 비파괴 특성

Non-destruction Properties of Hwangtoh Mortar

* 윤 준 노(충남대농과연) · 성 찬 용 (충남대)
* Youn, Joon-No · Sung, Chan-Yong

Abstract

This study is performed to examine the non-destruction properties of the Hwangtoh mortar.

The absorption ratio is in the range of 8.25%~18.16%, it tend to increase with increase using the stone dust and Hwangtoh. The pulse velocity and dynamic modulus at the curing age 7 and 28days are in the range of 2,290m/s~4,140m/s, 2,976m/s~ 4,219m/s and $105 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2 \sim 293 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$, $137 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2 \sim 318 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$, respectively. They tend to decrease with increase using the stone dust and Hwangtoh.

I. 서 론

우리 선조들은 자연에서 얻을 수 있는 황토를 건설재료로 사용하여 주거공간 등에 사용하였다. 그리고 옛 문헌에서는 질병치료의 재료로 쓰일 만큼 인체에 유익한 것으로 인식되었으며, 건설재료로써 환경친화적 소재이기도 하다.³⁾ 또한 황토는 우리나라에 양적으로 풍부한 고령토와 비슷한 Kaolin족 광물로 산화철의 함량이 다소 많은 것이 특징이며, 이 산화철 함량이 원적외선 복사에너지와 밀접한 관련이 있어 정화력과 분해력이 인체의 독을 제거하는 효과를 발휘함으로 전자재료의 개발이 유익할 것으로 판단된다. 그러나, 기존의 황토는 소성가공으로 비경제적이며, 혼화재로 제한되어 사용량이 한정되어 있었다.¹⁾

한편, 골재는 천연의 하천골재가 주류를 이루었으나, 하천골재가 고갈되어감에 따라 부순자갈로 대체되기 시작하면서 석분이 발생하는데, 이 석분은 콘크리트의 강도 증진에 유용하게 쓰일 수 있는 콘크리트 재료이다.

따라서, 본 연구는 콘크리트에 환경친화적인 황토와 석분의 사용성을 비파괴시험을 통하여 그 특성을 구명코자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 사용재료

가. 시멘트

S회사 제품으로서 비중이 3.15, 산화칼슘이 63%, 규사가 21% 함유된 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

나. 황토

충청남도 조치원 인근에서 채취한 것으로 비중이 2.69, 규사가 64%, 산화알루미늄이 17%, 입경이 0.15mm 이하인 황토를 사용하였다.

다. 잔골재

대전근처에서 생산되는 비중이 3.01인 편마암 석분과 금강유역에서 채취한 비중이 2.62인 천연 모래를 사용하였다.

2. 공시체 제작

가. 배합설계

황토와 석분을 사용한 모르타르의 배합은 성능을 고려하여 황토를 시멘트와 같은 결합재로 하여 결합재 중량의 0, 10%, 30%, 50% 사용하였으며, 석분은 모래와 같은 잔골재로 하여 잔골재 중량의 10%, 20%, 30% 사용하여 10가지 종류의 배합비로 하였으며, 시험체의 흐름값은 100~110의 범위에 있도록 물양을 결정하였다.

나. 공시체 제작 및 양생

모르타르의 제작은 KS L 5105 (시멘트 모르타르의 압축강도 시험방법)에 규정된 방법에 준하여 제작하였으며, 몰드에 타설된 모르타르는 24시간 정치 후 탈형하여 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 수중에서 소정의 재령까지 양생하였다.

3. 시험방법

시험은 다음과 같이 KS와 BS에 규정된 방법에 준하여 각 배합별로 $\phi 100 \times 200\text{mm}$ 의 공시체를 제작하여 측정하였으며, 3회 반복 시험한 것의 평균값을 실험 결과치로 하였다.

가. 흡수율시험

흡수율시험은 시멘트 대체의 황토 첨가량에 따른 흡수율을 파악하기 위하여 KS F 4004(콘크리트 벽돌 시험방법)에 준하여 재령 28일에 실시하여 다음 식으로 산출하였다.

$$A = \left\{ \frac{m_1 - m_2}{m_2} \right\} \times 100$$

여기서, A = 모르타르의 흡수율(%)
m₁ = 시험체의 표건중량(g)
m₂ = 시험체의 절건중량(g)

나. 초음파진동속도시험

초음파진동속도는 $\phi 100 \times 200\text{mm}$ 인 공시체를 사용하였으며, BS 4408(콘크리트의 초음파진동속도 측정방법)에 준하여 재령 7일과 28일에 측정하여 다음 식으로 산출하였다.

$$P \cdot V = \frac{L}{D \times 10^{-6}}$$

여기서, $P \cdot V =$ 초음파진동속도 (m/s)

$D =$ 측정치 (s)

$L =$ 공시체의 길이 (m)

다. 동탄성계수시험

동탄성계수는 $\phi 100 \times 200\text{mm}$ 인 공시체를 사용하였으며, BS 1881(콘크리트의 동탄성계수 측정방법)에 의해 재령 7일과 28일에 측정하여 다음 식으로 산출하였다.

$$D \cdot M = DWn^2$$

여기서, $D \cdot M =$ 동탄성계수(kgf/cm²)

$W =$ 공시체의 중량(kg)

$n =$ 측정치

$D = 519.4 \times 10^{-5} L/d^2$ (s²/cm²)

$L =$ 공시체의 길이 (cm)

$d =$ 공시체의 직경 (cm)

III. 결과 및 고찰

1. 흡수율

흡수율은 8.25% ~ 18.16%의 범위로 나타났고, 황토 사용량이 30%까지 점진적으로 증가하는 것으로 나타났으며, 50%에서 급격하게 증가한 것으로 나타났는데, 이는 황토를 사용한 모르타르의 흐름값을 일정하게 하기 위하여 첨가된 물의 양이 시멘트와 황토를 고결시키기 위한 양보다 많아져 50%의 황토를 사용한 모르타르에서는 잉여 수분의 배출에 의한 공극의 총 부피가 커진 것으로 생각된다⁴⁾. 석분의 사용량 증가에 따라서는 같은 양의 황토 사용량에서 증가하는 것으로 나타났는데 이는 석분의 미립분이 수분을 흡수한 것으로 생각되며, 석분을 잔골재로 사용할 경우 입도와 사용량을 고려하여야 할 것으로 생각된다.

2. 초음파진동속도

초음파진동속도시험은 공시체내에 pulse를 종방향으로 방사하여, 이것이 전달되는 시간으로부터 품질을 검사하는 비파괴시험의 일종으로써 공시체에 있어서의 영향요인은 전파거리, 공시체의 성숙도나 함수량 및 밀도 등이다.

초음파진동속도는 재령 7일에서는 2,290m/s~4,140 m/s의 범위로 나타났고, 재령 28에서는 2,976m/s~4,219m/s의 범위로 나타났으며, 황토와 석분의 사용량이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 황토의 사용량이 증가하면 미세 공극이 많아지기 때문으로 생각된다.^{2,4)}

3. 동탄성계수

동탄성계수시험은 전혀 하중을 가하지 않고 전파를 공시체의 상대편에 방사하여 Hz를 측정하여 동탄성계수를 구하는 방법으로 콘크리트 성능시험에 사용되는 비파괴 시험방법이다.

동탄성계수에 대한 시험결과를 비교하면 재령 7일의 동탄성계수는 $105 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2 \sim 293 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$ 의 범위로 나타났고, 재령 28일에서는 $137 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2 \sim 318 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$ 의 범위로 나타났으며, 석분의 사용량에 따른 영향보다 황토의 사용량에 따른 영향이 더 크게 나타났다.

IV. 결 론

이 연구는 환경친화적인 황토와 산업부산물인 석분을 건설재료로 사용하기 위하여 결합재료 황토를 10, 30, 50%, 잔골재로 석분을 10, 20, 30%로 치환하여 비파괴 특성을 구명하였으며, 이 연구를 통해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 흡수율은 8.25%~18.16%의 범위로 나타났으며, 황토와 석분의 첨가량이 증가할수록 증가하였다.
2. 초음파진동속도는 재령 7일과 28일에서 각각 2,290m/s~4,140m/s, 2,976m/s~4,219 m/s의 범위로 나타났으며, 황토의 사용량이 증가할수록 감소하였다.
3. 동탄성계수는 재령 7일과 28일에서 각각 $105 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2 \sim 293 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$, $137 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2 \sim 318 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$ 의 범위로 나타났으며, 황토의 사용량이 증가할수록 감소하였으며, 석분의 사용량보다 황토의 사용량에 따른 영향이 더 큰 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Neville, A. M., 1995, Properties of concrete, 4th Edition, Wesley Longman Limited, London : 83~84.
2. Sabir, B. B., S. Wild and J. Bai, 2001, Metakaolin and calcined clays as pozzolans for concrete : a review, *Cement & Concrete Composite* 23(6) : 441~454.
3. Shin, H. T and J. E. Lee, 1999, A study on the characteristics of hardened body in loess-blast furnace slag systems (in Korean), *Journal of Research Inst. of Ind.* 15 : 311~321.
4. Wild, S., J. M. Khatib and A. Jones, 1996, Relative strength, pozzolanic activity and cement hydration in superplasticised metakaolin concrete, *Cement and Concrete Research* 26(10) : 1537~1544.