

被服 火山岩滓를 利用한 輕量콘크리트의 強度特性에 관한 實驗的 研究

An Experimental Study on the Properties of Strength for Lightweight Concrete of Coated Scoria Lightweight Aggregate

李 時 雨* 徐 致 煥**
Lee, Si Woo Suh, Chec Ho

요 약

화산암재 경량골재의 구조용 경량콘크리트로서의 활용방안에 대한 기초적 자료를 제공한 목적으로 4종류의 피복 화산암재를 제조하여 각 시료의 비중, 흡수율, 단위용적중량, 공극율과 실직율등을 측정하고 각 시료를 사용하여 경량콘크리트를 제조하여 각 조건에 따라 압축강도, 단위용적중량, 슬럼프 등을 측정하였다. 실험결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 피복 화산암재의 흡수율은 1.7~10.1%, 단위용적중량은 0.91~0.97t/m³으로 나타났으며, 이 시료로 제조된 경량콘크리트의 압축강도는 162~215kg/cm²으로 나타났다.

2) 물시멘트비와 단위시멘트량을 증가시켰을때 사용한 피복시료의 흡수율이 클 수록 압축강도 감소율이 크게 나타났다.

3) 본 실험결과 피복 화산암재 제조시의 부착불량 현상만 해소된다면 표면피복제와 시멘트 페이스트를 함께 사용한 피복시료를 이용하여 낮은 흡수율과 높은 압축강도의 경량골재콘크리트를 제조할 수 있음을 알 수 있었다.

ABSTRACT

This experimental study is aimed to investigate the coating method of scoria lightweight aggregate for reduction of water absorption and the physical dynamic characteristics of coated-scoria lightweight aggregate concrete.

The coating methods are as follows :

- I) Non-coating method.
- II) Coating method of only cement paste.
- III) Coating method of surface-coating agent after coating by cement paste.
- IV) Coating method of only surface-coating agent.
- V) Coating method of cement pasted after coating by surface-coating agent.

The summerized conclusion are as follows ;

* 正會員, 忠清專門大學, 專任講師.
** 正會員, 建國大學校 副教授, 工學博士

·1990.10.9 접수 본 논문에대한 토론을 1991. 3.30까지 본 학회에 보내주시면 1991.6월호에 그 결과를 게재해 드립니다.

1) Specific gravity and the rate of water absorption were lowest when aggregate was covered by only surface-coating agent, especially, rate of absorption was about 10% of non-coating aggregate.

2) Coated-aggregate were about 0.87~0.97 t/m³ and lightweight concrete made of coated-aggregates were 1.80~1.94 t/m³ in unit weight.

3) Compressive strength of the lightweight concrete made of cement pasted-coating aggregate was about 200~215kg/cm².

4) The higher the rate of water absorption of coarse aggregate, the higher the rate of deterioration of compressive strength.

1. 序 論

각종 구조물의 주체를 이루고 있는 콘크리트에서 骨材가 가장 많은 양을 차지하고 있는 주요 재료임은 주지의 사실이다.

최근 급속한 경제성장과 건설공사의 급증 및 건설기술의 향상에 따른 건축물의 대형화, 고층화는 콘크리트의 수요증가로 인한 양질의 콘크리트용 골재 부족현상을 초래하고 있으며, 특히 濟州道는 지역적 특수성에 의해 양질의 콘크리트용 골재를 구하기가 어려운 실정에 있다.

이러한 시점에서 天然骨材(강자갈·강모래)의 절약과 낭비의 방지는 매우 중요한 일이며, 천연골재의 고갈에 대비한 代替骨材의 開發은 매우 시급한 문제라고 하겠다.

따라서 이러한 대책의 일환으로 콘크리트의 단점인 比重을 줄일 수 있고 部材의 輕量化를 실현할 수 있는 골재로서 輕量骨材의 활용과 개발이 절실히 요청되고 있으나 경량골재의 높은 吸水力은 양질의 輕量콘크리트 제조에 큰

장애가 되고 있다.

그러므로 本 研究에서는 제주도 전 지역에 널리 분포되어 있는 “송이”라는 火山岩 輕量骨材를 이용하여 송이의 吸水性 低下를 위한 被服法과 피복에 의해 얻은 피복골재의 物理的 特性 및 피복골재를 이용한 輕量콘크리트의 力學的 特性을 규명하여 輕量骨材의 활용방안에 대한 기초적 자료를 제공하고자 한다.

2. 實 驗

2-1 使用材料

2-1-1 輕量骨材 被服實驗

本 實驗에 사용된 시멘트는 KSL 5201에 규정된 S社 제품인 보통 포틀랜드 시멘트로서 그 物理的 性質은 表1과 같다. 輕量 굵은골재 및 한강산 잔골재의 物理的 性質은 表2와 같고 骨材의 체가름 곡선은 그림1과 같다. 表面被服劑는 S社 제품의 변성 실리콘 화합물로서 그 物理的 性質은 表3과 같다.

표 1 시멘트의 物理的 性質

比 重	粉 末 度 (cm ² /g)	殘砂 88 μ (%)	殘砂 44 μ (%)	安 定 度 (%)	凝 結 時 間		壓 縮 強 度 (kg/cm ²)		
					시작 (分)	끝 (分)	3日	7日	28日
3.15	3,286	0.5	14.0	0.11	266	400	218	286	344

표 2 骨材의 物理的 性質

區 分	比 重	單 位 容 積 重 量 (t/m ³)	吸 水 率 (%)	實 績 率 (%)	空 隙 率 (%)
굵은骨材	1.83	0.87	16.7	55.4	44.6
잔骨材	2.58	1.68	2.45	73.0	27.0

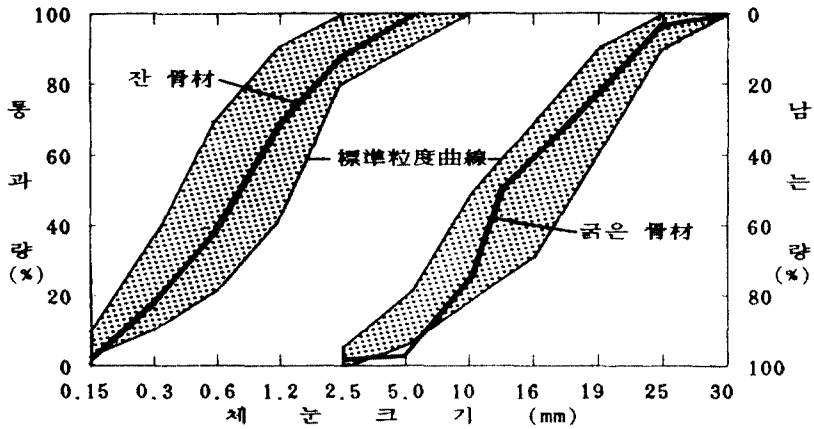


그림 1 골재의 체가름 곡선

표 3 表面被服劑의 物理的 性質

外觀	成分	比重	溶劑
無色の 透明 溶液	실리콘 樹脂	0.78	石油系 溶劑(第 2 石油類)

2-1-2 輕量콘크리트 實驗

本 實驗에 사용된 굵은골재는 輕量骨材 被服 實驗에서 얻은 5종류의 골재이며, 시멘트와 잔 골재는 경량골재 피복실험에서 사용된 것과 동일하다.

2-2 實驗方法

굵은骨材 및 잔骨材의 比重, 吸水量試驗은 KSF 2503, 2504에 따라 實驗하였으며, 單位容積重量試驗 및 空隙率, 實績率試驗은 KSF 2505 및 2506에 따라 실험하였다. 슬럼프試驗은 KSF 2402에 따라 실험하였고 壓縮強度試驗은 KSF 2405에 따라 실시하였다.

2-3 輕量骨材 被服實驗

骨材의 被服方法은 그림 2와 같고 처리개요는 表4와 같다.

표 4 骨材處理 概要

骨材處理方法	
試料 I	無處理(骨材乾燥)
試料 II	시멘트 페이스트 被服
試料 III	시멘트 페이스트 被服後 表面被服劑 被服
試料 IV	表面被服劑 被服
試料 V	表面被服劑 被服後 시멘트 페이스트 被服

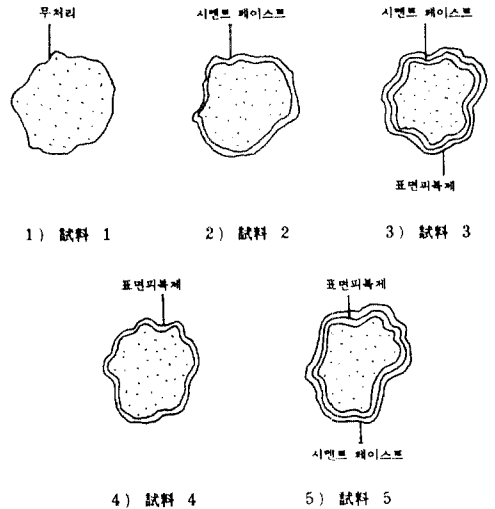


그림 2 骨材의 被服方法

試料 I 은 절대건조상태의 無處理骨材이다.
 試料 II 는 시료 I 의 절건 무처리골재를 시멘트 페이스트 속에 투입하여 믹서로 섞어 피복한 후 실내에서 48시간동안 건조시킨 骨材이다.
 試料 III 은 시료 II 의 골재를 表面被服劑속에

약 1초간 담근 후 실내에서 48시간동안 건조시킨 骨材이다.

試料 IV는 시료 I과 같은 골재를 표면피복제 속에 약 1초간 담근 후 실내에서 48시간동안 건조시킨 골재이다.

試料 V는 시료 IV와 같은 골재를 시멘트 페이스트 속에 투입하여 믹서로 섞어 피복한 후 실내에서 48시간동안 건조시킨 骨材이다.

위의 처리방법 중 시멘트 페이스트로 처리한 골재는 서로 분산시켜 건조시키지 않으면 集塊狀으로 굳어져버리는 현상을 나타냈다. 또한 耐水上의 견지에서 볼 때 골재 전체를 시멘트 페이스트로 피복할 필요는 없고 물의 침입로라 생각되는 骨材表面의 空隙 부분만 시멘트 페이

스트로 채워지면 좋다고 생각되며, 試料 V는 시멘트 페이스트를 피복할 때 표면피복제와의 부착불량 현상을 나타냈다.

2-4 輕量콘크리트 實驗

本 實驗에서의 配合計劃은 단위 시멘트량 320kg/m³일때 물 시멘트비 55%와 단위 시멘트량 350kg/m³일때 물 시멘트비 60%로 하였으며, 잔골재율은 45%로 하여 실험하였다. 配合計劃表는 表5와 같다.

2-4-1 供試體 製作 및 養生

供試體의 製作 및 養生은 KSF 2403에 의하여 실시하였으며, 여기서 供試體 I은 試料 I

표 5 配合計劃表

供試體	잔骨材率 (%)	물시멘트비 (%)	容積配合 (ℓ / m ³)			重量配合 (kg / m ³)			
			시멘트	잔骨材	굵은骨材	시멘트	잔骨材	굵은骨材	물
I	45	55	102	311	381	320	802	697	176
		60	111	292	357	350	753	653	210
II	45	55	102	311	381	320	802	652	176
		50	111	292	357	350	753	610	210
III	45	55	102	311	381	320	802	602	176
		60	111	292	357	350	753	564	210
IV	45	55	102	311	381	320	802	583	176
		60	111	292	357	350	753	546	210
V	45	55	102	311	381	320	802	606	176
		60	111	292	357	350	753	568	210

을 供試體 II는 試料 II를 供試體 III은 試料 III을 供試體 IV는 試料 IV를 供試體 V는 試料 V를 각각의 굵은 골재로 사용한 것이다.

配合順序는 믹서에 시멘트와 잔골재를 넣고 30초간 혼합하고 굵은골재를 넣고 다시 3초간 혼합한 후 물을 가하여 3분간 혼합하였다. 供試體는 압축강도 시험용으로 $\phi 10 \times 20$ cm의 원통형 철제 모델드를 사용하여 제작하였으며, 2일간 습공양생 후 탈형하여 상온수조에서 26일간 수중양생하였다.

3. 實驗結果 및 分析

3-1 輕量骨材 被服實驗結果

輕量骨材 被服實驗의 結果는 表6과 같다.

그림 3은 試料의 種類와 比重을 나타낸 것으로 無處理試料 I의 比重은 1.83으로 가장 높고, 試料 IV가 1.53으로 가장 낮았으며, 表面被服劑를 사용한 시료들이 사용하지 않은 시료들보다 낮은 比重을 나타내고 있다.

표 6 輕量骨材被服實驗結果表

試料의 種類	表乾 比重	吸水率 (%)	單位容積重量 (t/m^3)	空隙率 (%)	實績率 (%)
試料 I	1.83	16.7	0.87	44.6	55.4
試料 II	1.71	10.1	0.97	37.4	62.6
試料 III	1.58	3.1	0.96	38.1	61.9
試料 IV	1.53	1.7	0.91	39.3	60.7
試料 V	1.59	3.9	0.95	37.5	62.5

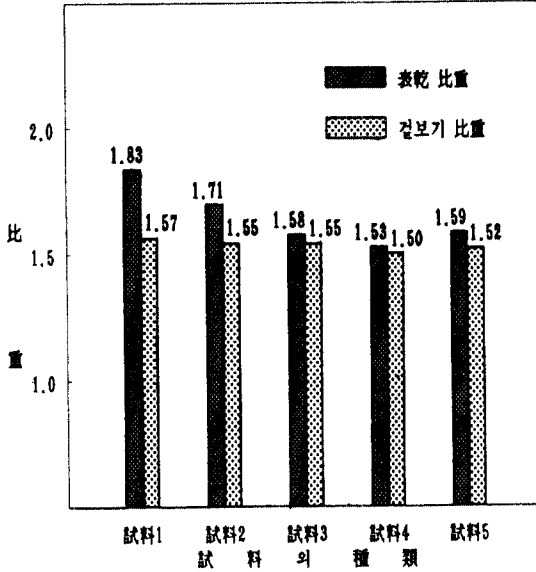


그림 3 試料의 種類와 比重

그림 4는 試料의 吸水率 試驗結果를 나타낸 것으로 골재에 피복을 실시하므로써 흡수율이

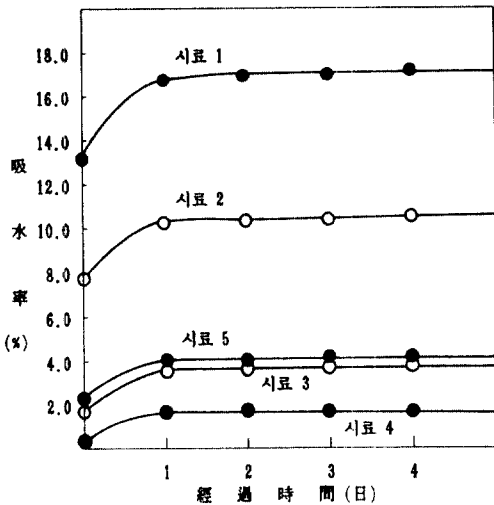


그림 4 試料의 吸水率 試驗結果

현저히 감소되었음을 알 수 있다. 특히 표면피복제와 시멘트 페이스트를 함께 사용한 試料 III, V와 표면피복제만을 사용한 試料 IV의 흡수율은 무처리시료 I의 흡수율 16.7% 보다 12.8~15.0%나 감소 되었으며, 시멘트 페이스트만으로 내수처리한 試料 II도 6.6%의 흡수율을 감소를 나타냈다.

그림 5는 試料의 種類와 單位容積重量을 나타낸 것으로 試料 I이 0.87 t/m^3 으로 가장 낮고, 그외의 피복시료들은 0.91~0.97 t/m^3 의 값을 나타냈다.

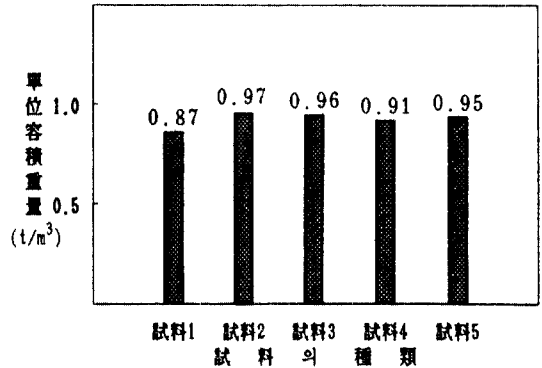


그림 5 試料의 種類와 單位容積重量

그림 6은 試料의 空隙率과 實績率을 나타낸 것으로, 피복을 실시한 시료들의 공극율은 無處理試料 I보다 5.3~7.2%의 공극율을 감소를 나타냈다.

이상과 같은 輕量骨材 被服實驗의 結果에서 알 수 있듯이 吸水率의 경우 試料 III, IV, V가 매우 높은 흡수율 감소를 나타냈으며, 空隙率은 피복을 실시한 모든 시료에서 공극율 감소를 나타냈다. 그리고 單位容積重量은 피복을 실시한 모든 시료에서 증가되었지만 이 값은 보통골재와 비교할 때 상당히 낮은 값으로 輕

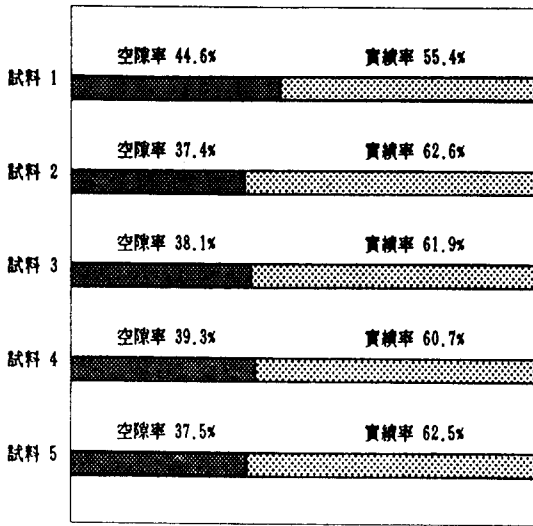


그림 6 空隙率과 實績率

量骨材로 사용하기에 전혀 부족함이 없는 것이다. 그러므로 火山岩滓에 시멘트 페이스트와 表面被服劑를 사용하여 피복을 실시하므로써 단위용적중량은 다소 증가하지만 흡수율과 공극율이 매우 개선된 輕量被服骨材를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

3-2 輕量콘크리트 實驗結果

輕量콘크리트 實驗의 結果는 表7과 같다.

3-2-1 壓縮強度

供試體의 種類에 따른 壓縮強度의 變化는 그림7과 같다.

물 시멘트비 55%, 단위시멘트량 320kg/m³ 일때의 압축강도는 시멘트 페이스트 피복시료를 굵은골재로 사용한 供試體 II 가 215kg/cm² 로 가장 높아, 無處理試料를 굵은골재로 사용

표 7 輕量콘크리트 實驗結果表

供試體	잔骨材率 (%)	물시멘트비 (%)	重量配合 (kg/m ³)				슬럼프 (cm)	壓縮強度 (kg/cm ²)	單位容積重量 (t/m ³)
			시멘트	잔骨材	굵은骨材	물			
I	45	55	320	802	697	176	0	172	1.933
		60	350	753	653	210	15.0	159	1.903
II	45	55	320	802	652	176	3.0	215	1.937
		60	350	753	610	210	18.0	200	1.917
III	45	55	320	802	602	176	2.5	199	1.902
		60	350	753	564	210	16.5	191	1.915
IV	45	55	320	802	583	176	2.0	169	1.803
		60	350	753	546	210	14.5	162	1.819
V	45	55	320	802	606	176	2.5	200	1.931
		60	350	753	568	210	17.5	190	1.876

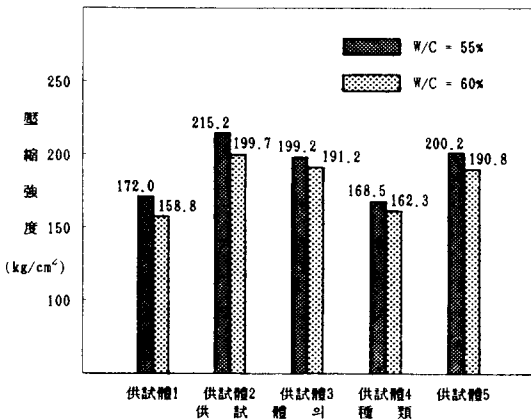


그림 7 供試體의 種類와 壓縮強度

한 供試體 I 의 172kg/cm²보다 25%정도의 강도증가를 나타냈으며, 표면피복제와 시멘트 페이스트로 피복한 시료를 굵은골재로 사용한 供試體 III, V 는 약 16% 정도의 압축강도 증가를 나타냈다. 그리고 표면피복제 피복시료를 굵은골재로 사용한 供試體 IV 는 169kg/cm²로 압축강도에 큰 변화가 없었다. 물 시멘트비 60%, 단위시멘트량 350kg/m³ 일때의 압축강도는 供試體 II 가 200kg/cm²로 가장 높아 약 20% 정도의 강도증가를 나타냈다. 여기서 供試體 II 는 물 시멘트비와 단위시멘트량의 변화에도 가장 높은 압축강도를 나타냈으며, 供試體 III, V

는 표면피복제와 시멘트 페이스트 사이의 부착 불량으로 인해 供試體 II보다 낮은 강도를 나타낸 것으로 사료된다.

3-2-2 單位容積重量

그림 8은 供試體의 種類에 따른 單位容積重量을 나타낸 것으로 물 시멘트비 55%, 단위시멘트량 320kg/m³일때와 물 시멘트비 60%, 단위시멘트량 350kg/m³일때 供試體 II가 단위용적중량 1.937t/m³ 및 1.917t/m³으로 모두 가장 높게 나타났으며, 供試體 IV가 1.803 t/m³ 및 1.819t/m³으로 가장 낮게 나타났다. 그리고 供試體 I, II, V는 물 시멘트비와 단위시멘트량을 증가시켰을때 단위용적중량이 감소하였으나 供試體 III, IV는 증가하였다.

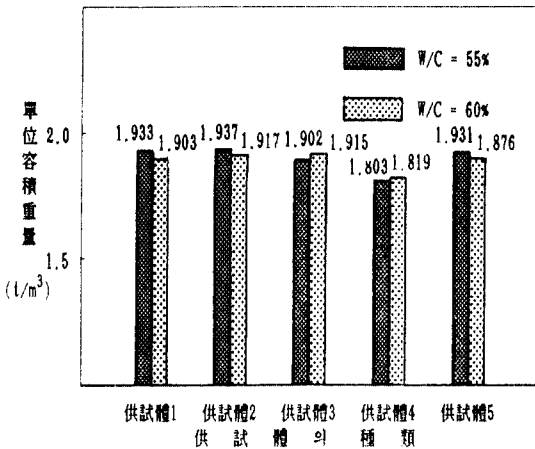


그림 8 供試體의 種類와 單位容積重量

이상과 같은 경량콘크리트 실험의 결과에서 얻은 각 콘크리트의 압축강도, 단위용적중량, 슬럼프 등을 無處理試料 I을 굵은골재로 사용한 供試體 I과 비교 분석해 보면 表面被服劑 被服試料를 굵은골재로 사용한 供試體 IV를 제외한 供試體 II, III, V에서 壓縮強度가 상당히 증가되고, 單位容積重量, 슬럼프 등도 양호한 경량콘크리트를 얻을 수 있었다.

4. 結 論

輕量骨材 被服實驗과 輕量콘크리트 實驗에

대한 結果를 分析하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 火山岩滓의 吸水性 低下方法으로 시멘트 페이스트와 表面被服劑를 사용하여 耐水處理를 실시한 결과 表面피복제만을 사용하여 피복한 시료의 吸水率이 1.7%로 가장 좋은 효과를 나타냈으나, 이 試料를 굵은골재로 사용하여 경량콘크리트를 제조하였을때 압축강도는 162~169kg/cm²로 無處理試料를 사용한 경량콘크리트의 압축강도 159~172kg/cm²와 별 차이가 없었다.

2. 시멘트 페이스트 피복시료의 吸水率은 10.1%였으나, 이 시료를 사용하여 경량콘크리트를 제조하였을때의 壓縮強度는 무처리시료를 굵은골재로 사용한 경량콘크리트 보다 약 20% 증가한 200~215kg/cm²로 가장 높은 강도증가를 나타냈다.

3. 表面被服劑와 시멘트 페이스트를 모두 사용해 피복한 시료의 吸水率은 3.1~3.9%였으며, 이 試料를 사용해 경량콘크리트를 제조하였을때의 압축강도는 무처리시료를 사용한 경량콘크리트 보다 약 15% 증가한 191~200kg/cm²의 강도를 나타냈다.

4. 本 實驗結果 表面피복제를 사용하여 耐水處理한 試料를 굵은골재로 사용한 경량콘크리트는 表面피복제와 시멘트 페이스트와의 부착 불량 현상으로 인하여 압축강도 증가에 영향을 받는 것으로 나타났다.

5. 本 實驗結果 물 시멘트비와 단위시멘트량을 증가시켰을때, 사용한 굵은골재의 吸水率 이 클 수록 압축강도 감소율도 크게 나타났다.

6. 本 實驗結果 表面피복제와 시멘트 페이스트와의 부착불량 현상만 해소된다면 表面피복제와 시멘트 페이스트를 함께 사용한 被服試料를 이용하여 낮은 吸水率과 높은 壓縮強度의

輕量被服骨材콘크리트를 제조할 수 있음을 알 수 있다.

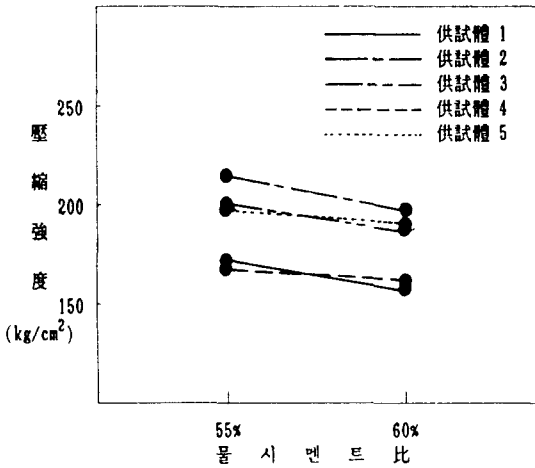


그림 9. 물 시멘트비와 壓縮強度

이상과 같은 결과는 시멘트 페이스트와 표면 피복제를 사용한 被服骨材 및 輕量被服骨材콘크리트에 대한 한정된 요인의 결과이나 앞으로는 건축생산에 활용하기 위한 다양한 요인별 실험과 다양한 피복재료에 대한 실험 및 부착 불량을 해소시킨 피복재료의 연구와 개발이 향후의 중요한 과제라 생각된다.

參考文獻

1) 徐致堯; 輕量콘크리트의 強度에 관한 實驗的研究, 漢陽大, 碩士學位論文, 1977.

2) 徐致堯; 輕量콘크리트의 性狀에 관한 實驗的研究, 漢陽大, 博士學位論文, 1985.

3) 徐致堯, 吳昌熙; 人工輕量骨材를 利用한 輕量콘크리트의 活用に 관한 研究, 大韓建築學會誌, 第23卷 88號, 1979. 5-6.

4) 成勇模; 濟州島 火山岩滓를 利用한 輕量콘크리트의 壓縮強度에 관한 實驗的研究, 建國大, 碩士學位論文, 1984.

5) 洪思天; 濟州島 火山岩滓를 骨材로 한 輕量콘크리트에 관한 研究, 大韓建築學會誌, 第14卷 36號, 1970.6.

6) ACI Committee 213; Guide for Structural Lightweight Aggregate Concrete, ACI Publication Part1, 1988.

7) A.M.Neville; Properties of Concrete, The Pitman Press, 1973.

8) 村田二郎, 管原操, 官崎昭二; 高強度輕量骨材콘크리트, 山海堂, 昭和 42.

9) 林正道, 清水昭; 最新콘크리트技術選書, 山海堂, 昭和 55.

10) 尙傑原; 輕量콘크리트의 凍害에 對する 抵抗性向上에 關する 研究, セメント技術年報 39, 昭和 60.

11) 尙佐藤; 輕量骨材콘크리트의 凍結融解 抵抗性向上에 關する 研究, セメント技術年報 40, 昭和 61.