

超輕量骨材 및 高強度 CONCRETE에 關한 考察

金 奉 浩

(亞細亞시멘트工業(株)
서울레미콘工場品質管理室長)

超輕量 骨材

1. 序

超輕量骨材라는 명칭에 대한 定義가 있는 것은 아니지만 現在 日本等地에서 市販되고 있는 것은 膨脹頁岩을 原料로하여 製造한 人工輕量骨材의 比重이 점점 낮아져서 絶乾比重을 1.0 이하로 하고 있다.

과거에는 絶乾比重을 1.0 이하로 生産한다는 것은 어렵다고 생각하였지만 부단한 製造技術의 開發로 生産된 것이므로 構造用으로 利用이 期待되는 것이다. 여기에 소개하고자 하는 超輕量骨材는 絶乾比重을 0.5~1.0의 範圍에서 자유로이 製造가능하다.

2. 製 法

이 骨材의 製造方法의 特徵은 現在까지 製造해온 造粒型 人工輕量骨材의 生産 System과 同一工程으로 生産된다. 즉 原料의 膨脹頁岩을 粉碎하여 加濕造粒 Rotary Kiln에서 約 1,100℃의 溫度에서 燒成하지만 原料와 添加物의 調和方法, 粉碎方法, 造粒方法, 燒成方法等 各工程에서 輕量化를 위하여 研究開發하였다.

3. 性 質

(1) 比 重

이 超輕量骨材의 開發의 目的은 과거의 輕量

Concrete를 더욱 輕量化하고 高強度를 얻을 수 있는 것을 만들어 내는데 있고 특히 比重의 生産限界와 安定度에 대한 操業試驗을 계속한 結果 粗粒材(15~5mm)의 絶乾比重을 0.5까지 中粒材(5~1.9mm)의 絶乾比重을 0.8까지 輕量化할 수 있도록 되었다.

標準品으로서의 粗粒材의 比重이 0.8과 0.5의 것 中粒材의 比重은 0.8의 것이 生産된다.

(2) 粒 徑

전술한 바와 같이 粒徑의 標準은 15~5mm의 粗粒과 5~1.2mm의 中粒으로 區分하고 있다.

1.2mm 以下の 細粒은 造粒이 곤란하고 比重이 가벼워지지 않기 때문에 量産化는 어려운 상태이다.

(3) 骨材強度

骨材強度를 조사하는 適當한 方法이 아직 없기 때문에 壓潰試驗裝置를 만들어 比重에 따른 強度試驗을 해본 結果 圖-1과 같이 나타났다.

比重 0.5의 것은 強度가 平均 約 7kg이고 比重 0.8의 것은 平均 約 13kg이다.

이것을 比重 1.25의 一般輕量骨材와 비교하면 各各 約 1/10과 1/5의 強度이다.

(4) 吸水性

超輕量 骨材는 發泡度가 크기 때문에 吸水性

이 크다. 圖-2는 경과時間에 따른 吸水率을 나타낸 것으로써 粒徑 15~10mm에서 24時間 吸水率을 보면 比重 0.5의 것은 一般人工輕量骨材의 約 3.5배, 比重 0.8의 것은 約 5 배에 달하는 吸水率 차이를 나타내고 있다.

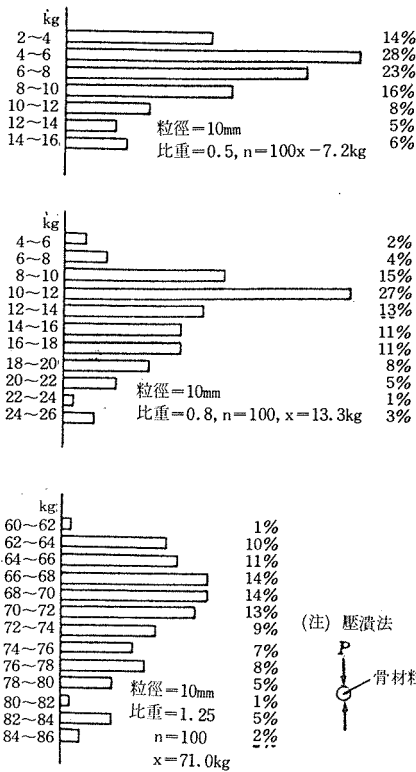


圖 1. 壓潰強度試驗結果

(5) Concrete의 特性

表-1에서 나타난 바와 같이 比重 0.5의 骨材에서는 10/C=35, 45, 55의 경우 壓縮強度가 180~230kg/cm² 정도를 나타내고 있고 比重 0.8의 骨材에서는 240~270kg/cm² 정도를 나타내고 있다.

單位容積質量은 乾燥收縮의 重量 감소율을 감안할 때 氣乾單位 容積質量을 추정하면 比重

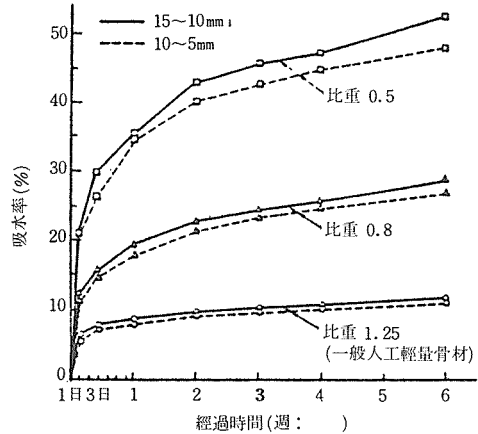


圖 2. 吸水性

0.5의 骨材를 使用한 Concrete가 1.16~1.3t/m³이고 比重 0.8의 骨材를 使用한 Concrete는 1.28~1.4t/m³가 된다. 熱傳導率은 상당히 적어져서 斷熱의인 Concrete를 얻을 수 있다.

4. 結 語

이 超輕量骨材를 製造하기 까지는 長期間이 소요되었다.

처음에는 絶乾比重을 1.0정도의 輕量骨材를 開發生産하였으나 超輕量化의 研究는 계속되어 새로운 技術의 탐색에 주력하였다. Test Kiln에 의한 試驗製造 및 실제 工程 적용을 반복하였다. Test Kiln에서는 比較的 容易하게 輕量化는 實現되었어도 실제 工程에서는 여러가지 조건이 複合되어 좀처럼 잘 되지 않았다. 그때문에 반복시험을 계속하여 實用化까지는 期間이 많이 걸렸다.

이 骨材의 利用에 대해서는 Concrete用 骨材 뿐만 아니라 다른 業種에도 주목을 받고 있고 輕量材와 같이 多機能材로써 관심을 갖고 있다. Concrete用으로써는 現在 Precast제품, 주택용 Precast部材, 한냉지의 土木部材 등이 있고 또한 強度를 必要로한 Concrete, 輕量미장

表 1. 試 驗 結 果

比 重 細 骨 材	比 重 0.5			比 重 0.8		
	人工輕量細骨材			人工輕量細骨材		
水, CEMENT 比 (%)	35	45	55	35	45	55
SLUMP (cm)	7.1	9.7	9.8	6.5	9.4	8.1
空 氣 量 (%)	3.9	4.4	4.4	3.8	3.9	4.1
單位容積質量(kg/cm ²)	1,387	1,324	1,292	1,506	1,454	1,437
壓 縮 強 度(kg/cm ²)	233	205	179	268	257	242
曲 強 度(kg/cm ²)	32.8	31.8	25.9	39.1	35.4	33.3
引 張 強 度(kg/cm ²)	16.6	15.0	12.7	19.2	18.8	18.1
付 着 強 度(kg/cm ²)	98.0	83.9	71.8	114.9	111.6	82.8
乾燥収縮(13週)(×10 ⁻⁴)	4.25	5.20	6.73	3.35	3.60	4.51
吸 水 率 (%)	-	2.77	-	-	2.45	-
熱傳導率 (kcal/mh°C)	-	0.344	-	-	0.390	-

Mortar, Concrete 2次 製品等の 骨材로써 輕量化를 目的으로 利用된다.

Concrete強度는 一般的으로 單位容積量에 비례하지만 今般 開發한 超輕量骨材를 使用한 Concrete強度는 떨어지지 않기 때문에 이것을 더욱 高強度化하여 耐久性이 좋도록 研究하여 발전시켜야 할 것이다.

超強度輕量 concrete

1. 利用分野

最近 高強度輕量 Concrete가 超大型海洋構造物이나 RC 超高層建物等に 利用되고 있어서 새로운 技術로써 注目되고 있다.

人工輕量骨材 Concrete는 高性能 減水劑等を 使用하면 最高 600~700kg/cm² 정도까지의 壓縮強度를 얻을 수 있다.

그러나 우리나라에서는 高強度輕量 Concrete를 使用한 실례가 별로 없고 日本에서는 土木分野에서 海洋構造物等に PC 構造로써 $\sigma_c=400$ kg/cm² 정도, 建築分野에서는 $F_c=240$ kg/cm² 정도까지 設計한 예가 있다.

여기에 제시한 超大型 海洋構造物에 使用된 輕量 Concrete는 壓縮強度가 約 470kg/cm²로 設計되어 強度 保證外에 耐久性等 여러가지 技

術開發로써 實用化되었다. 그러므로 새로운 高強度輕量 Concrete라고 할 수 있을 것이다.

또 RC 超高層建物 및 住宅에도 利用할 수 있으므로 輕量化에 주목을 끌고 있다.

여기에서는 이 두가지 構造物에 利用되고 있는 高強度 輕量 Concrete의 特徵을 살펴 보기로 한다.

2. 超大型 海洋構造物로써 利用

이 構造物은 北極海域의 海底石油資源의 探查를 目的으로 開發된 것인데 Concrete Island Drilling System이라고 불리우는 石油試掘 장치이다. 美國에서 開發되어 日本鋼管, 五洋建設 清水建設의 共同으로 建造되었다.

北極圈에 있어 資源매장량은 石油 3,000億배럴, 천연가스 70兆m³라고 말하고 있다. 中東다음으로 방대한 자원이 예상되어 그 開發이 시행되고 있으나 그 探查를 위해 이 장치가 利用되었다.

이 장치의 特徵은 永海域에서 행하고 있는 다른 掘削 方法과는 다르게 移動이 可能토록 만들었으므로 移動式 人工섬이라고 부르고 있다. 이 장치는 圖-1에 제시한 바와 같이 Deck, Brick, Mud Base라고 부르는 세가지 部分으로 構成되어 있다. 그중 Brick이라고 부르는 部分이

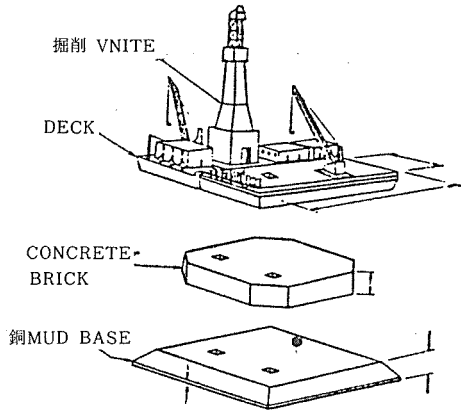


圖 1. 裝置의 構成圖¹⁾

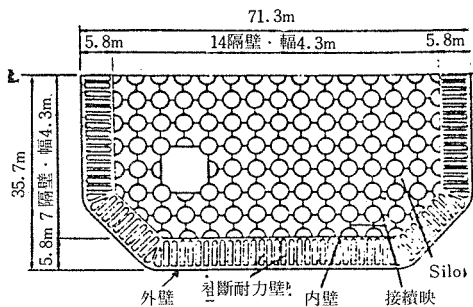


圖 2. Brick의 水平斷面¹⁾

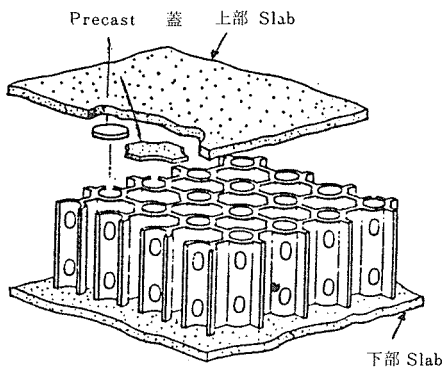


圖 3. Brick의 입체도

Concrete 製品이고 그밖의 部分은 鋼製이다.

Brick 部分의 構造는 圖-2, 3에서 제시하듯이 鋼性의 材料를 되도록 적게하기 위하여 內側空隙를 最大로 하였고 그것을 上部 덮개와 下部 덮개를 밀착시키는 형으로 되어 있다.

內壁과 침단벽에는 보통 Concrete 를 使用하였는데 그것은 外部水壓에서 오는 높은 全斷應力과 曲線應力이 上部, 下部 Slab와 中央의 空隙 지주로 傳達될수도 있기 때문이다.

外壁, 空隙지주, 상하부 Slab는 輕量 Concrete 가 使用되었는데 重量을 最小化하기 위함이다. Concrete 의 量은 보통 Concrete가 約 5,000m³ 輕量 Concrete가 約 9,000m³ 를 使用한 것으로 報告되어 있고 그 設計사양은 表-1에 제시한 대로다.

輕量 Concrete에는 人工輕量骨材가 使用되었는데 外氣·溫度가 -50℃ 정도가 되므로 장기간에 걸쳐 凍結融解된다는것 또 Concrete 表面에 닳는 얼음덩어리의 충격. 얼음의 이동시 수반되는 表面 마모등의 매우 불리한 惡조건에서의 性能이 要求되는 것이다. 그러므로 수차에 걸친 實驗을 통하여 다음과 같은 조건이 設定되었다.

1) 配合強度는 540kg/cm²를 目標로하여 管理한다.

2) 強度 Workability 凍結 融解耐久性を 向上시키기 위해 실리카흙을 使用한다.

3) 凍結融解耐久성을 改善하기 위해 輕量骨材는 乾燥상태에서 使用한다.

4) 低水 시멘트比를 維持하고 良好한 施工性을 確保하기 위하여 高性能減水劑 및 流動化劑를 使用한다.

5) 溫度變化에 대한 均열을 방지하기 위하여 外面에는 斷熱鋼製型틀, 內面에는 木製型틀을 使用한다.

이와같은 조건으로 建造된 設計值의 ± 1% 以內로 들었으므로 만족할만한 成果를 얻었다고 評價되고 있다.

表 1. 使用 Concrete의仕様

Concrete의 種類	設計強度 (kg/cm ²)	設計比重 (g/m ³)	指定空氣量 (%)	凍結融解耐久性	Concrete의 全鹽分 (%)
輕量 Concrete	457	1.84	} 7 ± 2	} 300 싸이클 내구성 } 지수 80% 이상	} 0.06 以下
普通 Concrete	562	2.48			

이 構造物은 現在 알라스카 北部의 보후어트 海에서 活動中이다.

3. RC 超高層建築物에 利用

근년 RC 造에 따른 超高層 住宅建設의 움직임이 활발해지면서 여기에는 高強度輕量 Concrete의 利用이 檢討되고 있다.

지금까지의 超高層建築이라면 鐵骨造나 鐵筋 Concrete 造가 주류였으나 最近에는 RC 造로서도 超高層化가 可能할만큼 技術이 진보되어 安全하고 經濟的인 工法이 계속 開發되어 이미 몇 개의 實例를 들 수 있게 되었다.

30층 程度는 輕量 Concrete를 利用하여 構築할 수 있는 設計가 되어 있다. 軀體構造의 特徵은 라멘 構造로써 引張을 높이기 위한 배근

方法에 研究가 進行되어 高強度 철근이나 高強度 Concrete를 使用한다.

輕量 Concrete는 하층부의 部材斷面 壓力을 억제하기 위한 目的으로 上層部에 使用하는 것을 檢討하고 있다.

4. 結 論

이상 輕量 Concrete가 高強度로 利用된다는 例와 現在도 계속 檢討되고 있다는 例를 概說하였으나 어느 것이고 지금까지 보지 못하던 方法으로 使用하고 있다는데 흥미롭다.

高強度輕量 Concrete의 特徵等 技術的인 면에서는 앞으로 계속 研究開發을 기대하는 바이고 아직 利用度가 높아질 때까지는 時間이 걸릴 것이라고 생각된다. *

외래품 배격하여

외채절감 앞당기자