

高強度 Concrete와 骨材

朴 寄 清
(東洋시멘트(株) 技術部長)

概 要

骨材의 品質은 高強度 Concrete의 物性에 큰 영향을 미친다.

그러나, 骨材의 어떤 品質이 Concrete 物性에 영향을 주는가에 대해서는 명확히 되어있지 않다.

여기서는 高強度 Concrete의 壓縮強度, 靜彈性 係數 및 凍結 融解作用에 對한 低抗性에 미치는 骨材品質 또는 種類의 영향에 대해서, 과거의 研究報告를 기초로 解說한다. 또한, 高強度 Concrete用 骨材의 選定에 관한 생각하는 방법과 研究에 대해서도 소개한다.

key word : 高強度 Concrete, 骨材의 品質, 骨材의 種類, 壓縮強度, 靜彈性 係數, 凍結融解, 骨材의 選定方法

1. 서 론

근래, 建築部門에 있어서 鋼筋 Concrete 造에 의한 高層共同住宅 建設이 계속 행해지고 있다.

이 高層 鋼筋 Concrete造의 建設을 可能케 한 技術의 하나로서, 高強度 Concrete 製造 및 施工技術의 確立을 들 수 있다.

Cement Paste의 強度가 實驗에 의해 3,

000kgf/cm²를 얻을 수 있는 것이 분명히 되어 있는 것을 생각하면 1,000kgf/cm²를 넘는 高強度 Concrete를 製造하는 것은 충분히 가능하다. 그러나 施工에 適合한 流動性을 갖는 Cement Paste 및 骨材와 混合한 Concrete로서 高強度가 얻어질 수 있는가에 대해서는 不明한 點이 存在하고 있다.

Cement Paste의 強度에 대해서는, 高性能 減水劑의 開發에 의해 水 Cement比가 적어져서, 더욱이 流動性이 풍부한 狀態에서 1,000 kgf/cm² 以上の 強度를 갖는 것의 製造가 可能하게 되었다.

骨材에 대해서는 Cement Paste와 混合한 Concrete로서 所要의 強度를 얻을 수 있는 것을 選定하면 좋다는 뜻이며, 과거의 研究에 의하면 1,000kgf/cm² 程度의 Concrete를 製造하는 것이 가능하다.

그러나 Cement Paste 強度를 最大限 發揮시키기 위해서는 Cement Paste 強度와 이것에 骨材를 加해서 製造된 Concrete 強度가 같게 되도록 骨材를 選定하는 것이 바람직하다고 생각할 수 있으며 이같은 骨材를 選定하는 방법은 現在로는 確立되어 있지 않다.

人工 輕量骨材와 같이 骨材중에 많은 공극을 함유하고 있는 骨材는, 骨材自身の 強度가 낮기 때문에 強度가 높은 Cement Paste와 混

습해도 Cement Paste의 強度를 충분히 생기게 하는 것은 不可能하다.

그러나, 一般 骨材에서는 骨材自身の 強度가 Cement Paste 強度에 가깝거나 또는 Cement Paste보다 크므로, Cement Paste 強度를 충분히 發揮시키는 骨材가 存在하는 것으로 생각할 수 있다.

通常 사용되고 있는 骨材는 Cement Paste와의 界面에서 附着이 충분하지 않기 때문에 Cement Paste 強度를 충분히 살려주지 못하는 現狀이며, 實際로 사용해 봐서 必要한 高強度를 가진 Concrete가 얻어질 수 있는지에 따라서, 骨材 使用의 可否를 判斷하고 있는 것이 現狀이다. 그래서 本 解說에서는 과거의 文獻에 기초를 두어 高強度 Concrete의 諸性質에 미치는 骨材의 影響을 기술함과 동시에 骨材의 選定方法에 관한 생각하는 방법 및 現在까지 實驗研究에서 얻어진 成果에 대해서 解說한다.

2. 高強度 Concrete의 現狀

高強度 Concrete를 얻기 위해서는, Cement Paste를 低水 Cement 比로 함과 동시에 施工에 適合한 流動性을 갖는 것이 필요하고, 그것을 위해서는 통상 사용되고 있는 AE 減水劑보다 더욱이 큰 減水率을 얻을 수 있는 混和劑가 必要하다.

그 性能을 만족하는 高性能 減水劑가 1963년에 日本에서 最初로 개발되어 이 개발 및 Slump 低減型 高性能 減水劑의 개발 등, 그 후의 改良에 의해서, 오늘의 高強度 Concrete의 製造가 가능하게 되었다.

高強度 Concrete는 당초 Concrete Pile이나 Concrete 침목 등의, Auto clave 養生이나 蒸氣養生을 한 Concrete 製品으로서 實用化가 진척되고, 그 후 교량 分野에 있어서 PC 部材나 一部 現場타설 Concrete를 포함 構造物로서 壓縮強度 800~1,000kgf/cm²의 Concrete가 사용되었다. 또한 Mono-rail 교각으로서 檢討도 進行되었다. 그래서 최근에는 앞

에서 언급한 바와 같이 建築分野에서 高層 鐵筋 Concrete造의 共同住宅에 壓縮強度 600kgf/cm²程度の 高強度 Concrete가 사용됐으며, 더욱이 1,000kgf/cm²를 넘는 強度를 目標로 한 技術개발이 進行되고 있다.

또한 작년부터 5개년 計劃으로 日本 建設省의 總合 技術개발 Project에서 「鐵筋 Concrete造 構造物의 超輕量·超高層化 技術開發」이 進行되고 있고, 이 Project에서는, 壓縮強度 1,200kgf/cm²까지 Concrete 技術개발이 計劃되어 있다.

3. 骨材의 品質과 高強度 Concrete의 物性關係

Concrete用 骨材의 品質은 일반적으로 比重이나 吸收率등의 骨材自身の 物性値에 의해서 規定되어 있다. 이것은 骨材의 各種 物性値가 그 骨材의 造岩鑛物 種類나 組織의 치밀도 등에 따라서 다르므로, 低 品質의 骨材인지 어떤것인지를 判定해서 사용하여 왔다.

高強度 Concrete用 骨材로서도 이같은 評價가 가능한지를 檢討하는 意味에서 骨材의 各種 物性和 이것을 사용한 高強度 Concrete 物性과의 關係에 대해서 아래에 解說하고자 한다. 즉, 骨材의 物性和 高強度 Concrete 物性에 대해서 系統的 研究는 거의 행해지지 않았기 때문에 本章에서는 여러가지 文獻의 Data를 모아서 그림을 그리고, 檢討를 했다. 따라서 水 Cement比가 다른 Data가 한개의 그림중에 나타나 있으므로 注意하십시오.

3. 1 骨材의 比重

骨材의 比重과 이것을 사용한 高強度 Concrete 壓縮強度의 關係를 그림 1에 나타내었다.

骨材 比重이 적어지면 壓縮強度가 低下하는 傾向이 인정되고, 같은 比重의 骨材를 사용한 Concrete에서도 壓縮強度에 큰 差가 인정되어 있고, 骨材의 比重만으로 高強度 Concrete에 적합한 骨材가 어떤것인가의 判斷을 하는 것은 無理이다.

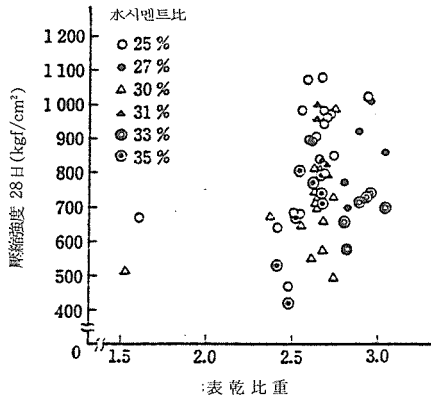


그림 1. 粗骨材 表乾比重과 Concrete의 壓縮強度 關係

3. 2 骨材의 吸水率

吸水率は骨材의 치밀도를 나타내는 指標의 하나이고, 比重에 比하면 骨材의 品質 良否를 判斷하기에 적합하다고 생각할 수 있다.

骨材의 吸水率과 이 骨材를 사용한 高強度 Concrete의 壓縮強度 關係를 그림 2에 나타내었다.

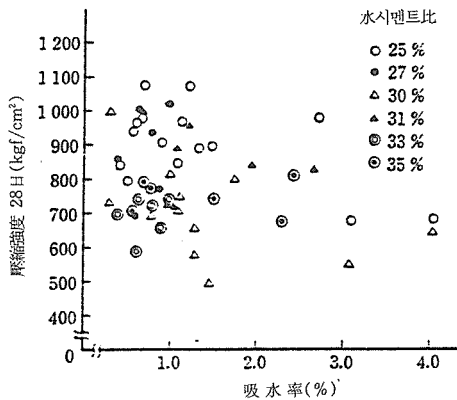
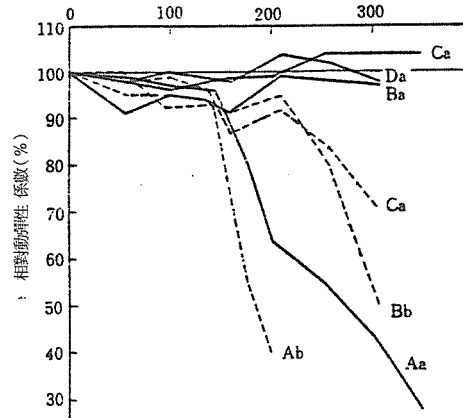


그림 2. 粗骨材 吸水率과 Concrete의 壓縮強度 關係

吸水率이 큰 骨材를 사용한 Concrete는 壓

縮強度가 적어지는 傾向이 나타났으며, 吸水率이 같은 경우에도 壓縮強度는 상당히 差가 인정되고 있다.

骨材의 吸水率과 이 骨材를 使用해서 製造된 W/C=35%의 non AE Concrete의 凍結融解에 대한 低抗性의 關係를 그림 3에 나타내었다.



記號	種 類	吸水率 (%)
A	硬質砂岩碎石	0.78
B	安山岩碎石	1.49
C	安山岩碎石	2.44
D	安山岩碎石	2.30
a	川砂	1.69
b	川砂	3.80
c	碎砂	4.90

그림 3. 骨材 種類가 耐凍結融解性에 미치는 影響

이 實驗의 結果에 의하면, 吸水率이 큰 細骨材 b(3.80%) 및 c(4.90%)를 사용한 高強度 Concrete는 相對 動彈性係數의 低下가 크며, 細骨材의 吸水率과 耐凍害性과의 사이에 一定 關係를 인정하고 있다.

그러나, 粗骨材에서는 吸水率을 0.78~2.44% 範圍로 變化시켜도 현저한 差는 인정되지 않는다. 따라서 吸水率이 특히 큰 骨材를 사용하고 있는 경우에는 凍結融解에 대한 配慮가 必要하다고 생각한다.

3. 3 骨材의 破碎值

骨材의 破碎值와 高強度 Concrete의 壓縮強度 關係를 그림 4에 나타내었다.

骨材의 破碎值와 壓縮強度와의 사이에는 比重 및 吸水率에 비해 좋은 相關關係가 인정되고, 특히 試驗條件이 一定한 것에서는 破碎值가 적은 骨材만큼 壓縮強度가 크게되는 傾向이 현저히 인정되고 있다.

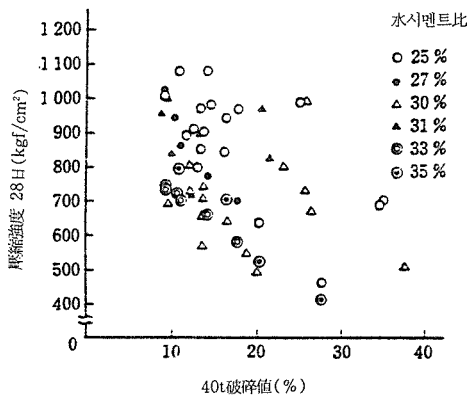


그림 4. 粗骨材 破碎值와 Concrete의 壓縮強度 關係

3. 4 骨材의 마모

骨材의 마모減量과 高強度 Concrete의 壓縮強度 關係를 그림 5에 나타내었다.

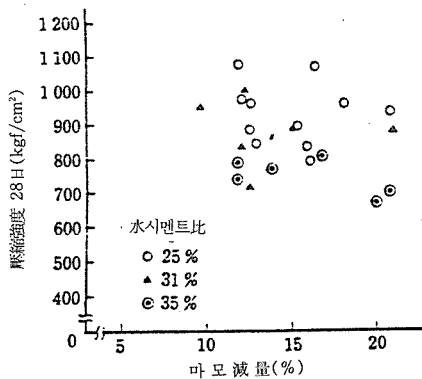


그림 5. 粗骨材의 마모減量과 Concrete의 壓縮強度 關係

마모減量과 壓縮強度의 사이에는 현저한 傾向은 인정되지 않는다. 이같이 된 原因으로서 는 마모減量은 骨材 自身の 強度외에 粒形의 影響이 크고, 粒形이 나쁜 骨材는 마모減量이 크게 되나, Cement Paste 界面과의 附着이 좋기 때문에 Concrete로 되었을 때 壓縮強度가 크게 된다고 생각할 수 있다.

3. 5 骨材의 強度

骨材 原石의 壓縮強度와 이것을 사용한 Concrete의 壓縮強度 關係를 그림 6에 나타내었다.

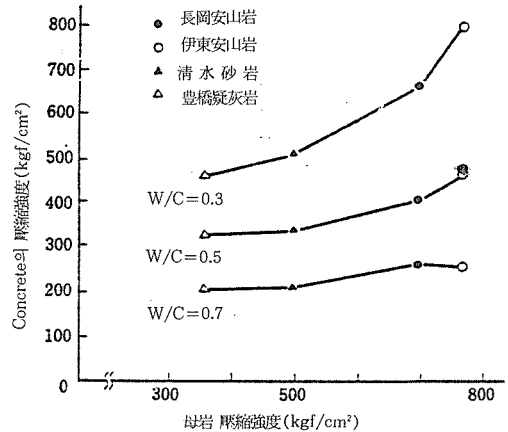


그림 6. 岩石母岩의 壓縮強度와 Concrete 壓縮強度의 關係

水Cement比가 커서 壓縮強度가 적어지는 Concrete에서는 骨材原石의 壓縮強度가 달라도 그다지 큰 差는 인정되지 않으나, 高強度 Concrete로 되면, 그 差가 현저히 인정된다. 따라서 高強度 Concrete用 骨材로서의 適否를 判斷하는 경우의 有力한 指標로서는 骨材 原石의 壓縮強度를 利用할 수 있는 可能性이 강하다.

그러나, Cement Paste와의 附着 問題나 碎石中에 存在하는 Crack이 Concrete로 됐을 때의 壓縮強度에 미치는 영향등 不明한 點이 있으므로, 骨材 強度만으로 高強度 Concrete

用 骨材로서 適否를 判定하는 것은 어렵다.

3. 6 Cement Paste와의 附着

骨材와 Cement Paste 界面에서의 附着 강도는 高強度 Concrete用 骨材로서 취할 重要한 性質이며, 實驗檢討가 困難한 것이므로 研究의 報告가 적다.

骨材와 Cement Paste와의 附着에 관한 實驗結果의 1例를 그림 7에 나타내었다.

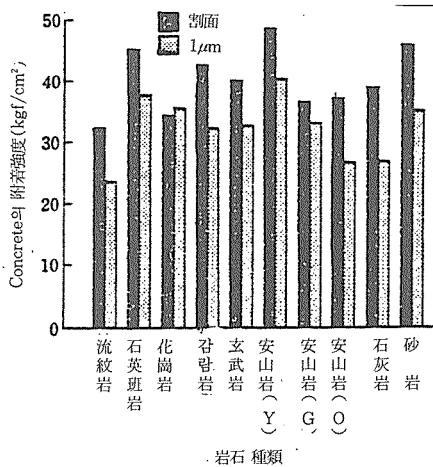


그림 7. 岩石과 Cement Paste와 附着強度

이 그림에는 骨材의 界面을 연마해서 1 μ m로 調整한 경우와 骨材를 쪼갠 狀態의 附着강도가 比較되어 있으며, 表面의 거칠기 증가하는 만큼 附着이 좋아지는 등, 흥미있는 結果를 나타내고 있다.

한편, 骨材와 Cement Paste와 附着을 改善할 目的으로 各種處理材에 의해 骨材表面을 Pre-coating한 경우에 대해서 檢討로 되어 있고, 黑御影石에 硅酸소다 溶液處理를 한 경우에는 附着強度가 大폭적으로 改善시킬 수 있다. 그러나, 硬質砂岩 骨材의 경우에는 같은 處理를 해도 현저한 效果가 인정되지 않는 등 더욱이 세심한 檢討가 必要하다.

今後, 研究진행에 따라서 骨材 物性에 의한 高強度 Concrete用 骨材의 選定이 可能하게 되리라고 豫想되나, 현재의 狀態에서 判斷하

면, 高強度 Concrete用 骨材로서는 一般적으로 吸水率이 적고, 石質로서의 岩石 強度가 크며, 石質과 粒形에 支配되는 破碎値가 적은 骨材가 적합한 것이라고 생각할 수 있다.

4. 骨材의 種類와 高強度 Concrete의 物性關係

一般적으로 使用되고 있는 強度의 Concrete에서도 骨材의 種類(특히 河川產 骨材와 碎石)에 따라 壓縮強度가 變化하는 것은 잘 알려져 있고, 이 이유로서는 石質과 形狀에 支配되는 骨材 表面의 附着強度에 의한 것이라고 생각할 수 있다.

高強度 Concrete경우에는 骨材의 種類에 의한 영향이 더욱 현저히 나타난다고 豫想되는 것으로서, 이미 몇개의 實驗研究가 實施되어 있다. 이것들의 과거 文獻에 의거해서 骨材의 種類가 高強度 Concrete의 壓縮強度 및 靜彈性 係數에 미치는 영향에 대해서 解說하면 아래와 같다.

4. 1 壓縮強度

高強度 Concrete用 粗骨材로서는 그림 8에 나타난 것과 같이 河川產 骨材보다 碎石의 쪽이 적합하고, 碎石 中에서는 原石의 強度가

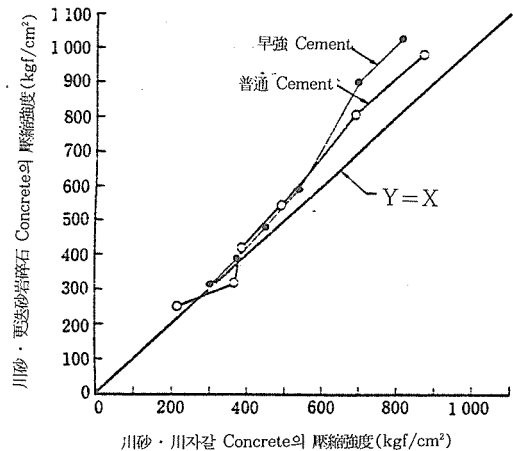


그림 8. 川자갈 Concrete와 碎石 Concrete의 壓縮強度 關係

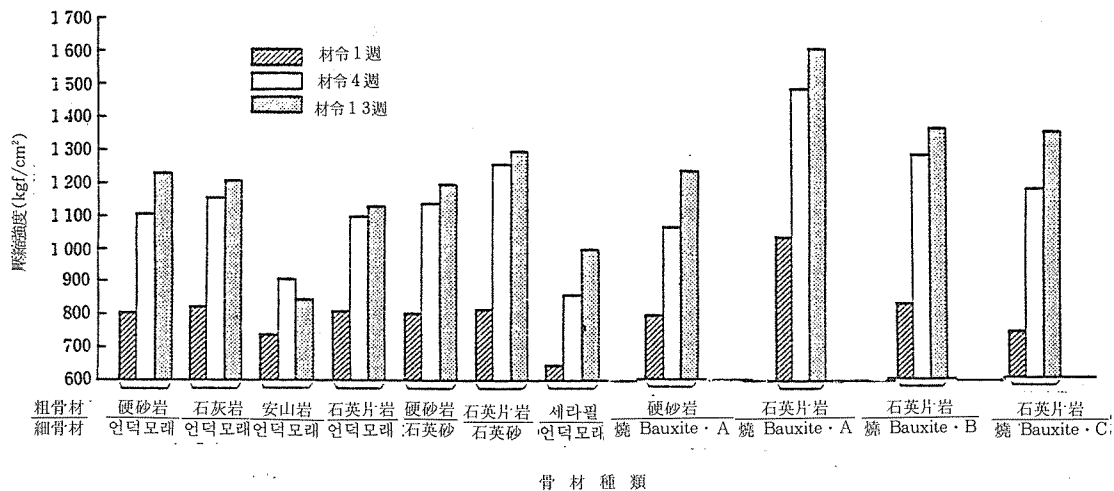


그림 10. 細·粗骨材의 種類와 壓縮強度 關係

커서 安定되어 있고, 比重이 2.6~2.7의 骨材 中에 蛇紋岩과 같은 岩質이 弱한 骨材를 함유 하지 않은 것이 좋고, 치밀한 硬質 砂岩系가 좋다고 하는 報告가 있다.

比較的 많은 種類의 試料를 사용해서 骨材 種類의 影響을 調査한 實驗結果의 例를 그림 9 및 그림 10에 나타내었다.

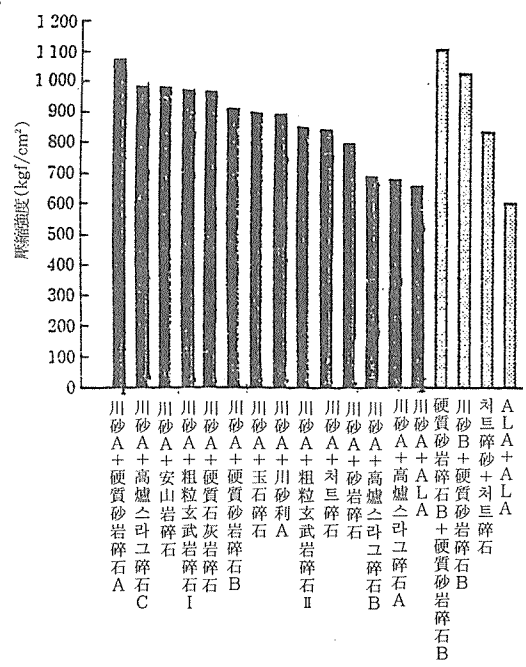


그림 9. 骨材의 種類와 壓縮強度의 關係

그림 9에 의하면 普通 骨材를 사용한 경우에 가장 높은 壓縮強度를 나타낸 細·粗骨材 組合에서는 硬質砂岩 碎石 B 및 硬質砂岩 碎石 B를 사용한 경우에 1,100kgf/cm²로 되었 으며, 川砂와 砂岩碎石의 組合에서는 794kgf/cm²밖에 얻을 수 없고, 同一 水Cement比에 서 約 300kgf/cm²의 差가 인정되어 있다.

同一 細骨材를 사용한 實驗結果를 利用해서, 粗骨材의 種類가 壓縮強度에 미치는 影響을 比較해 보면 硬質砂岩 碎石 A를 사용한 Concrete가 1,074kgf/cm²로서 가장 높고, 安山岩, 粗粒玄武岩, 硬質 石灰石의 碎石이 이것에 이어서 높으나, 硬質砂岩 碎石 A에 비하면 約 100kgf/cm² 낮게 되어 있다.

硬質砂岩 碎石 B, 玉石碎石 및 자연자갈의 Group는 硬質砂岩 碎石 A에 비해 150~200kgf/cm²의 差가 있고, Chert 碎石은 더욱 이 낮은 値를 나타내어 300kgf/cm²의 差가 생기고 있다.

高爐 Slag 粗骨材는 比重에 따라서 크게 다르고, 比重이 무거운 骨材에서는 硬質砂岩 碎

石 A에 비해 約 100kgf/cm²의 차이가 있으며, 比重이 가벼운 骨材에서는 400kgf/cm² 程度의 차이가 적혀져 있다.

人工 輕量骨材를 사용한 경우에도 자연석을 사용한 경우에 約 400kgf/cm², 細骨材에도 人工 輕量骨材를 사용한 경우에는 約 450kgf/cm²의 차이가 나타나 있으며, 骨材自身的 強度가 약한 骨材를 사용하면, Concrete로서 壓縮強度도 低下하는 것을 나타내고 있다.

그림 10에 의하면 細骨材에 陸砂를 사용하고 粗骨材에 硬質砂岩, 石灰石, 石英片岩 등의 碎石을 사용한 Concrete의 28日 壓縮強度는 約 1,100~1,150kgf/cm²로 큰 차이는 아니나 安山岩 및 人工 Ceramic를 사용하면 壓縮強度는 낮아진다.

細骨材에 石英砂 또는 加小 Bauxite를 사용한 경우에는 硬質砂岩에 비해 石英片岩쪽이 높은 壓縮強度를 나타내고, 石英片岩과 加小 Bauxite를 사용한 Concrete에서는 28日 壓縮強度가 約 1,500kgf/cm² 얻을 수 있다.

그의 研究報告 結果를 모아서 表 1에 나타내었다.

表 1. 粗骨材 種類와 壓縮強度의 關係

粗骨材의 種類	水시멘트比(%)	文獻番號
砂岩(1001) > CLinKer(972) > 砂岩(961) > 玉石碎石(892) > 川자갈(838) > 石灰石(822) > 蛇紋岩(722)	31	12
角閃岩(1020) > 綠色片岩(1005) > 硬質砂岩(904) > 輝綠岩(860) > 玄武岩(770) > 安山岩(695)	27	10
安山岩(800) > 砂岩(695) > 安山岩(645) > 砂岩(550) > 人工輕量骨材(510) > 凝灰岩(495) > 頁岩(220)	30	10
石灰石(996) > 硬質砂岩(812) > 玉石碎石(744) > 川砂利(575)	約30	9
硬質砂岩(1079) > hornfels(945) > 凝灰岩(639) > 風化砂岩(464)	25	14

(注) ()內 數値는 壓縮強度(kgf/cm²)를 나타냄.

이 表에 의하면, 人工 輕量骨材, 凝灰岩 및

頁岩 등 骨材 自身の 強度가 낮은 경우에는 Concrete로서의 壓縮強度도 적어지며, 石灰石 碎石이 比較的 安定해서 높은 壓縮強度를 나타내고 있다.

硬質砂岩이나 安山岩 碎石에 대해서는 같은 種類에서도 상당히 큰 차이가 나타나 있다.

그림 9에 나타난 結果中 粗骨材가 같고 細骨材 種類가 다른 結果를 이용해서 細骨材 種類的 影響을 比較하면, 川砂에 비해서 硬質砂岩 碎石 B의 경우에는 約 200kgf/cm², 다른 산지의 川砂는 約 100kgf/cm² 높아지며, Chert 碎石의 경우에는 거의 같은 値를 나타내고, 人工 輕量 細骨材의 경우에는 約 50kgf/cm² 적어져 있다.

그림 10의 結果를 사용해서 같은 檢討를 하면, 石英碎砂를 사용한 경우에는 陸砂보다 50~150kgf/cm² 높아지고 加小 Bauxite 細骨材도 陸砂에 비해 높아지나, 그 程度는 種類나 粗骨材와의 組合에 의해서 다르다.

이외 特殊한 骨材로서 Cement Clinker를 사용한 研究도 있고, 이 Concrete는 28日 強度도 높고, 특히 早期 強度가 높은 것이 특징이다. 그러나 Pre-weting을 하면 壓縮強度 15% 程度 低下하는 것도 報告되어 있다.

4. 2 靜彈性 係數

Concrete의 靜彈性 係數에 미치는 骨材 種類的 影響 一例를 그림 11에 나타내었다.

이 그림에 의하면 靜彈性 係數値는 사용하는 骨材 種類에 의해서 크게 다르고, 粗骨材에서는 Chert 및 砂岩의 碎石이 크고, 安山岩, 硬質砂岩, 粗粒玄武岩의 碎石 및 자연자갈은 이것보다 적다.

靜彈性 係數의 値는 사용하는 細骨材 種類에 의해서도 다르며, 일부 川砂에 비하면 Chert 碎砂 및 산지가 다른 川砂가 크고, 硬質砂岩 碎砂에서는 약간 커지고, 人工 輕量 細骨材를 사용하면 적어진다.

靜彈性 係數는 式(1)에 나타난 ACI의 式에서 볼 수 있는 것과 같이 Concrete의 比重

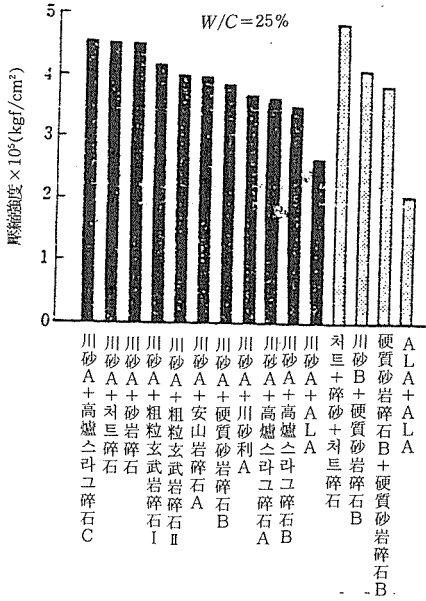


그림 11. 骨材의 種類와 靜彈性 係數의 關係

및 壓縮強度가 크게 되는 만큼 크게 되는 것을 알 수 있다.

$$E = \alpha W^{2/3} f_c^{1/2} \dots\dots\dots (1)$$

그러나 그림 9 및 그림 11에 의하면 壓縮強度가 적은 砂岩 碎石이나 Chert 碎石이 큰 값으로 되어 있고, 式(1)과 다른 경향을 나타내고 있다. 이것은 高強度 Concrete 靜彈性係數에 미치는 骨材 種類의 영향이 Concrete 比重이나 壓縮強度에 比해서 상당히 큰 것을 나타내고 있다고 말할 수 있다.

따라서, 高強度 Concrete의 靜彈性 係數에 대해서는 사용하는 骨材를 이용한 Concrete에 대해서 實測하는 것이 필요하다.

5. 高強度 Concrete用 骨材의 選定方法

高強度 Concrete用 骨材로서 適否의 判定을 하는 方法으로서는,

- 1) 骨材自體 物性值로 判定하는 方法
- 2) 對象으로 하는 骨材를 사용한 Concrete의 試驗結果에서 判定하는 方法을 생각할 수 있다.

通常 사용되고 있는 強度의 Concrete에 대해서는, 日本建築學會 JASS 5나 土木學會 示方書에서 볼 수 있는 것과 같이 骨材自體의 物性值로 判定을 하고 있다. 그러나 高強度 Concrete가 되면 骨材自體의 物性值만으로는 3에서 논한바와 같이, 특히 적합하지 않는 骨材의 排除는 可能하나, 必要한 強度의 Concrete를 만드는 것이 可能한지 여부의 判定을 내리는 것은 不可能하다.

한편, 多數의 骨材 試料를 모아서 高強度 Concrete를 製造하고, 壓縮強度 試驗을 해서 必要한 強度를 얻을 수 있는지 確認을 하는 方法은 確實한 方法이나 시간이 걸려서 큰일이다. 그러나 現實로는 특별히 좋은 方法이 없으므로, 高強度 Concrete를 만들고 있는 製造工場 등에서는 이같은 方法에 의해서 骨材 選定을 진행하고 있다.

JIS A 5002(構造用 輕量 Concrete用 骨材)=KS F 2534-1987에는, W/C=40%의 non AE Concrete를 Mixing했을 때의 壓縮強度에 의해 그 骨材의 강도를 判定하는 方法을 採用하고 있다.

이같은 一定 方法(예를들면, W/C=23%의 non AE Concrete의 壓縮強度로 나타낸다.)으로 各種 骨材의 강도를 試驗에 의해서 高強度 Concrete用 骨材 判定을 하는 것도 可能하다.

한편, Concrete가 Cement Paste(또는 Mortar)와 골재로 되는 複合材料라고 생각해, Cement Paste에 骨材를 加해서 製作한 Mortar, 또는 Mortar에 粗骨材를 加해서 製作한 Concrete 壓縮強度가 Cement Paste(또는 Mortar) 強度와 같게 되는 骨材가 高強度 Concrete用으로서 가장 바람직한 骨材이다. 그러나 實際에는 이같은 骨材를 얻는 것은 어렵고, 一般的으로는 Cement Paste의 壓縮強度보다 Concrete로 됐을 때의 壓縮強度가 적어진다.

高強度 Concrete의 壓縮強度에 미치는 骨材의 영향 要因으로서, ① 骨材自體의 強度와

② 骨材와 Cement Paste 界面의 附着強度를 받아들여 이 兩者의 影響을 同時에 調査하는 것을 目的으로 아래에 나타낸 方法으로 檢討를 하고 있다.

[細骨材의 경우]

同一 水Cement比의 Cement Paste를 이용해서 S/C를 變化시킨 Mortar를 製造(S/C=0은 Cement Paste)하고, S/C를 變化시킨 Mortar의 壓縮強度 試驗 結果에서 高強度 Concrete用 細骨材로서의 適否를 檢討하고 있다. 從來 使用하고 있는 것과 같은 水Cement比가 큰 Cement Paste에 이같은 方法을 採用하는 것은 材料分離를 일으켜 버리기 때문에 되지 않으나, 低 水Cement比의 Cement paste에서는 材料分離가 적기 때문에 사용하는 것이 可能하다. 現在까지 얻어진 實驗結果의 一部를 그림 12에 나타내었다.

Cement Paste 強度의 變動이 큰 것 등의 問題로 남아 있으나, W/C=25%의 경우에는 S/C의 증가(Mortar中 細骨材의 증가)와 동시에 壓縮強度가 낮아지는 傾向이 있다.

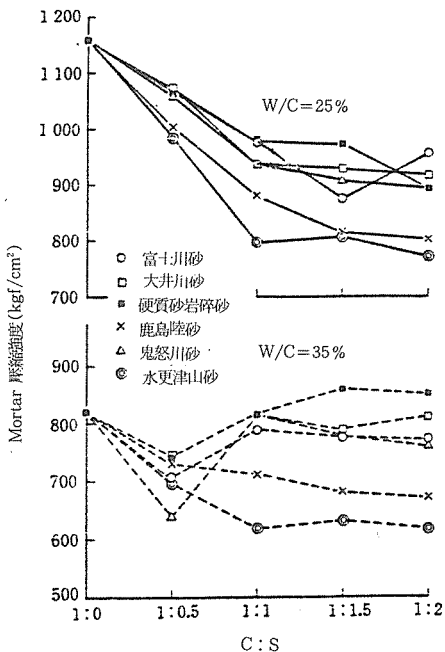


그림 12. 細骨材의 種類와 Mortar 壓縮強度의 關係

S/C의 增加에 따라 壓縮強度의 低下는 S/C=1.0까지이며, 그 후의 變化는 약간 있다.

S/C의 增加와 함께 壓縮強度의 低下 原因으로서는 Mortar中에 함유된 細骨材 量이 증가함에 따라서 Cement Paste와 細骨材 界面의 附着面積이 增加하고, 細骨材 量이 증가하는 만큼 Mortar中の 결점 部分이 증가하는 것과, 骨材自身の 強度가 不足한 경우에는 Mortar中에 強度가 낮은 결함 部分이 증가에 의한 것도 생각할 수 있다.

W/C=35%의 경우에는 Mortar 強度가 Cement Paste 強度보다 크게 되는 것도 기록되어 있고, 當初 豫상에 반영되어 있으나, 이 原因으로서는 Cement Paste의 材料分離라 생각되며, 이 材料分離를 防止하기 위한 연구가 必要하다는 것을 나타내고 있다.

이들의 細骨材는 Remicon 工場에서 實際로 사용되고 있는 骨材이며, 細骨材 種類에 따라서 約 200~250kgf/cm²의 差가 인정되어 있으며, 壓縮強度 크기 順으로 나열하면 硬質砂岩 碎石 ≥ 川砂 > 陸砂 > 山砂이다.

이상과 같이, 本 方法은 細骨材 強도와 Cement Paste 界面 附着의 兩者 影響을 加味한 試驗方法이며, 얻어진 結果를 細骨材 種類에 따라서 다르다는 것과 Mortar에 의한 간 이 方法이 있는 것이므로, 高強度 Concrete用 細骨材의 性能을 評價하는 하나의 有力한 判定方法이 되는 可能性이 있다.

[粗骨材의 경우]

粗骨材에 대해선 低 水Cement比의 Mortar에 粗骨材를 여러 단계로 變化시켜서 加한 Concrete를 製造하고, 이 Concrete의 壓縮強度와 Mortar의 壓縮強度 關係에서 高強度 Concrete用 粗骨材로서 適否를 判定하는 方法에 대해서 檢討가 進행되고 있다. 이 方法에서 基本的으로 생각할 수 있는 것은 細骨材와 같다.

粗骨材量을 變化시켜서 製造된 Concrete의 壓縮強度 試驗結果를 그림 13 및 그림 14에 나타내었다.

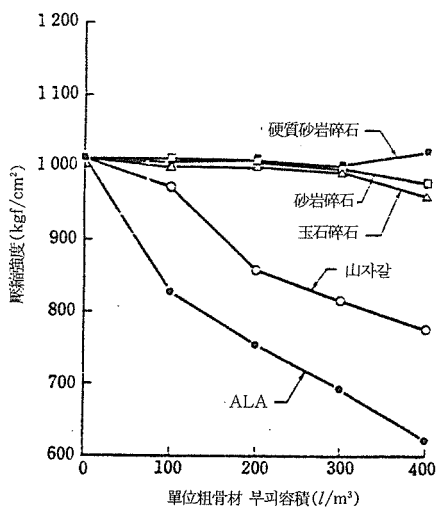


그림 13. 粗骨材량과 壓縮強도의 關係

그림 13에 의하면 骨材自身の 強度가 不足한 人工 輕量骨材를 사용한 Concrete에서는 粗骨材의 增加와 동시에 壓縮強도가 크게 低下하고 있고, 또한 骨材自身の 強度는 충분하다고 생각되나 Cement Paste와의 附着強도에 문제가 있다고 생각되는 山자갈의 경우에도 상당히 큰 低下를 나타내고 있다.

硬質砂岩 碎石의 경우에는 壓縮強도의 變化를 알 수 없고, 高強度 Concrete用으로서 적합한 것을 알 수 있으며, 砂岩 碎石 및 玉石 碎石의 경우에는 3~5% 程度 低下하는 경향을 알 수 있다. 그림 14에서는 같은 試驗方法으로 水Cement比를 여러 단계로 變化시켜 檢討되어 있으며, 水Cement比가 적어지는 만큼 (壓縮強도가 크게 된다.) 粗骨材 種類에 의한 영향이 현저함을 알 수 있다.

이 研究에서는 粗骨材의 評價方法에 對해서의 檢討도 되어 있으며, Mortar의 壓縮強도와 Concrete의 壓縮強度 關係가 e關數 $[Y = a(1 - e^{-X/a})]$, Y : Concrete의 壓縮強度, X : Mortar의 壓縮強度]에 유사하며, 이 式의 係數 a와 單位 粗骨材 絕對容積의 逆數와의 關係가 그림 15에 나타난 것과 같이 直線으로

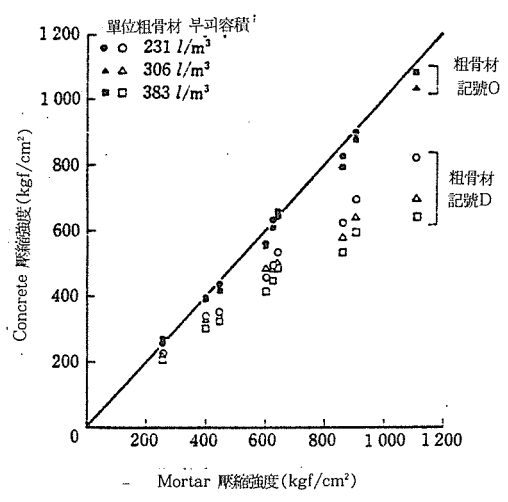


그림 14. Mortar의 壓縮強도와 Concrete 壓縮強도의 關係(粗骨材記號 O, D 例)

되는 것을 利用해서 兩者의 關係를 나타내는 係數 b에 의해서, 壓縮強도에 미치는 粗骨材의 影響을 總合적으로 判定하는 것이 可能한 것으로 되어 있다.

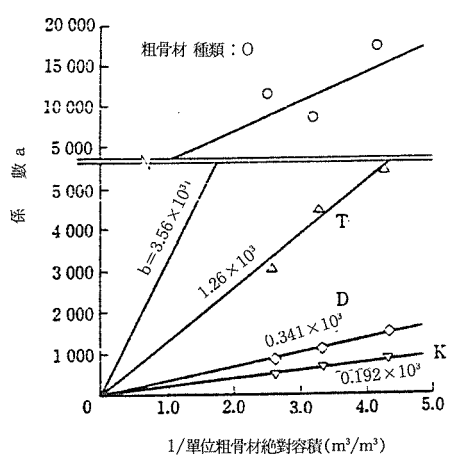


그림 15. 單位粗骨材絕對容積의 逆數와 係數 a의 關係

高強度 Concrete用 骨材品質 評價에 對해서 研究가 시작된 단계이나 骨材自身の 強度와 Cement Paste와 骨材 表面의 附着(物

A.P

理的·化學的)이 큰 要因으로 되는 것을 생각할 수 있다.

6. 결 론

以上 언급한 바와 같이 高強度 Concrete의 壓縮強度에 미치는 骨材의 영향은 상당히 커서 高強度 Concrete의 製造에 있어서 충분히 檢討하는 것이 必要하다.

그러나, 高強度 Concrete用 골재의 選定에 대해서는 예의(銳意) 研究가 進行하고 있는 단계이며, 現在로서는 그 選定方法은 確立되어 있지 않다. 가까운 장래 高強度 Concrete用 骨材의 品質評價 方法이 確立될 것으로 생

각되며, 現狀에 있어서 高強度 Concrete用 骨材 選定을 하는 경우에는 이상에서 논한 것을 參考로 檢討하면 從來보다 빨리, 더욱 간단히 選定을 完了할 것으로 생각한다. 더구나 Concrete用 骨材에 대해서는 사용하는 地域에 가까운 骨材를 선정하는 것이 基本이므로, 高強度 Concrete用으로서 가장 좋은 骨材를 選定하는 것에 限하지 말고, 다소 불충분하다고 생각되는 品質의 骨材를 사용해도 必要한 強度의 Concrete를 製造하도록 하는 것도 가장 중요하며, 實際의 選定에 있어서는 이 點에 대해서 注意하는 것이 重要하다.

간행물 이용안내

한국레미콘공업협회에서는 독자 여러분들이 당협회 간행물을 편리하게 이용할 수 있도록 간행물 회원제도를 운영하오니 적극 이용하시기 바랍니다.

회원제도

- 개인회원 : 1구좌당 ₩ 20,000 (1) 정기 간행물 레미콘지 제공(계간)
- 단체회원 : 1구좌당 ₩ 100,000 (1) 정기 간행물 레미콘,
레미콘산업정보 제공(계간)
(2) 통계년보
- 특 전 (1) 당협회 발간물 구입시 20% 할인 혜택 부여
(2) 세미나 참가시 참가비 면제
- 가입신청 (1) 소정 신청서 제출
(2) 전화 신청 TEL. 566-7162
FAX. 554-7420
- 문의처 한국레미콘공업협회 기획과