

콘크리트에서 골재의 역할과 기본메카니즘

金 生 彬
東國大學校 土木工學科 教授

1. 概要

骨材란 콘크리트를 만들때 골격역할을 하는 모래, 바순모래, 자갈, 부순자갈, 부순돌 그 밖의 이와 비슷한 재료를 말하며, 콘크리트 부피의 약 65~80%를 차지하고 있으므로 콘크리트의 여러 性質에 미치는 영향이 크다. 약한 骨材는 강한 콘크리트를 만들 수 없다는 것은 분명한 사실이므로, 骨材는 콘크리트의 強度를 支配할 뿐만 아니라 骨材의 성질은 콘크리트의 耐久性이나 力學的 性質에도 크게 영향을 미친다.

골재는 원래는 주로 경제적인 이유로 시멘트풀과 혼합되는 단지 充填材로 생각되어 있었다. 그러나 관점을 바꾸어 생각하면 골재는 돌쌓기 構造와 똑같이 시멘트풀에 의해 一體화된 建築재료라 생각할 수 있다. 사실 골재는 단지 충전재는 아니고 그의 物理的 性質, 熱的 性質, 때에 따라서는 化學的 性質도 콘크리트의 品質에 영향을 미친다.

경제적인 면에서 본다면 골재는 시멘트보다 가격이 싸기 때문에 될 수 있는 한 골재는 많이, 시멘트는 적게 사용하는 것이 경제적이다. 그러나 骨材를 사용하는 것은 경제적 이유에서가 아니라 骨材를 사용하면 시멘트풀만의 경우보다 용적변화가 적고, 耐久性이 좋아진다는 상당한 기술적인 장점을 콘크리트에 주게 되기 때문이다.

본 장에서는 骨材자신의 物理的인 性質과 더불어 콘크리트 品質에 미치는 여러 要素에 대하여 記述하기로 했다.

2. 骨材의 分類

콘크리트에 쓰이는 골재의 크기는 수십cm로 부터 천분의수cm까지 가지각색이며 실제 사용되는 굵은골재의 최대치수도 여러 종류가 있다. 어떤 종류의 골재라도 수종의 粒徑의 골재가 혼합되어 있는데 이와같이 골재 대소알의 혼입정도를 粒度라 부르고 있다. 低品質의 콘크리트를 만드는 경우, 골재알의 작은것부터 큰것까지 여러가지의 것을 포함시켜 채취한 그대로의 骨材, 소위 穴자갈(pit-run aggregate)을 쓰는 경우가 있다. 그러나 좋은 品質의 콘크리트를 만들 경우에는 항상 골재는 적어도 2개의 그루프, 즉 보통 모래라 불리는 5mm(호칭치수이며, 호칭번호는 No.4임)미만의 잔골재와 5mm 이상의 굵은골재를 사용하는 것이 일반적이다.

골재알의 크기로 분류한다면 대략 0.07mm 또는 이보다 좀 작은 것까지를 모래로 볼 수 있다. 0.06~0.002mm의 것을 silt, 이 이하를 점토(clay)라 부른다. 로움(loam)이란 모래, 실트, 점토가 거의 비슷하게 혼입된 것으로 軟質의 堆積物을 말한다.

모든 骨材는 원래는 큰 母岩의 일부로서, 이 母岩이 氣象作用이나 마모 등의 自然의 作用 혹은 人工的인 破碎에 의하여 알갱이로 변화된 것이다. 따라서 골재의 대부분의 성질은 예로서 化學的· 礦物學的組成, 岩石分類學上의 종류, 比重, 強度, 硬度, 物理學· 化學的 安定性, 内部空隙構造, 色 등은 母岩의 性質에 완전히 지배된다. 다만, 알의 모양이나 크기, 表面性狀, 吸水性 등은 母岩과는 다른 성질로 본다.

骨材의 分類를 岩石學의인 입장에서 볼 때, 天然骨材나 碎石骨材에 불구하고 共通의 특성을 갖는 몇개의 group의 암석으로 분류된다. BS812-1975의 分類가 더욱 편리한데 表 1에서 보여준다. 즉 group에 따라서는 다른 것에 比하여 骨材로써 좋다고 보여지는 것이 있지만, 어떤 group에서도 콘크리트를 만들때 부

적당한 것들이 포함되어 있다. 여기서는 商品名으로서, 혹은 慣用名으로서 많은 암석의 이름이 쓰여지고 있지만, 이것들은 엄밀한 岩石分類學에 의한 分類와는 일치하고 있지 않다는 점에 주의를 해야한다.

3. 骨材의 強度

表1 BS812-1975 岩石에 의한 天然骨材의 分類

- 玄武岩(Basalt)Group
安山岩(Andesite), 玄武岩(Basalt), 頁木玢岩(Basic Porphyrites), 輝綠岩(Diabese), 粗粒玄武岩(Dolerites of all kinds including theralite and teschenite), 變閃綠岩(Epidiorite), 람프로화이어(Lamprophyre), 石英粗粒玄武岩(Quartz dolerite), 스피라이트(Spilitite)
- 花崗岩(Granite) Group
片麻岩(Gneiss), 花崗岩(Granite), 花崗閃綠岩(Granodiorite), 白紋岩(Granulite), 페그마타이(Pegmatite), 結晶閃綠岩(Quartz-diorite), 正長石(Syenite)
- 石灰岩(Limestone)Group
白雲石(Dolomite), 石灰石(Limestone), 大理石(Marble)
- 片岩(Schist) Group
千枚岩(Phyllite), 片岩(Schist), 粘板岩(Slate), 심한 斜斷을 받은 모든 岩(All severely sheared rocks)
- 燧石(Flint) Group
찰트(Chert), 燧石(Flint)
- 粗粒砂岩(Gritstone) Group
알코스(Arkose), 灰色玄武岩(Greywacke), 그릿(Grit), 砂岩(Sandstone), 凝灰岩(Tuff)
- 斑岩(Porphyry) Group
小花崗岩(Aplite), 石英安山岩(Dacite), 珪長岩(Felsite), 그레노파이어(Granophyre), 케레토파이어(Keratophyre), 微小花崗岩(Microgranite), 斑岩(Porphyry), 結斑岩(Quartz porphyry), 라이오라이트(Rhyolite), 粗面岩(Trachyte)
- 斑霞岩(Gabbro) Group
기본閃綠岩(Basic diorite), 기본片麻岩(Basic gneiss), 斑霞岩(Gabbro), 각섬암(Hornblende rock), 노라이트(Norite), 감람석(Peridotite), 픽라이트(Picrite), 蛇紋岩(Serpentinite)
- 혼펠스(Hornfels) Group
大理石 이외의 모든 變成岩
- 石英(Quartzite) Group
가니스터(Ganister), 珪質砂岩(Quartzitic sandstone), 再結晶質珪岩(Re-crystallized Quartzite)

보통콘크리트用 骨材의 壓縮強度는 일반적으로 콘크리트의 壓縮強度 보다는 높다. 그러나 骨材의 自體의 壓縮強度 시험은 하기 어렵기 때문에 岩石의 破壞強度나 겉보기 骨材의 破碎值 또는 콘크리트 중의 骨材의 性質 등에 의해 간접적으로 알 수 있다.

콘크리트의 壓縮강도 試驗 후에 콘크리트內의 骨材가 많이 파괴된 경우에는 骨材의 強度는 그 콘크리트에 配合公稱 強度보다 작다고 보며 이와 같은 骨材는 당연히 低強度의 콘크리트제조에만 사용할 수 있다.

여러가지 骨材로서 만든 콘크리트를 비교할 경우, 骨材가 콘크리트의 強度에 미치는 영향은 배합에 관계 없이 定性的으로 같으며, 壓縮, 引張의 시험 어느것에도 같다는 것이 관찰되었다.

콘크리트의 強度에 대한 骨材의 영향으로서는 骨材의 機械的性質 뿐만아니라 吸水性이나 附着特性 등의 영향도 받는다. 일반적으로 骨材의 強度나 彈性係數는 그의 組性, 表面性狀, 構造에 의해 정해진다. 즉 構成粒 자신이 약하거나, 알갱이가 강하다라도 骨材의 배열이나 附着이 나쁘면 強度는 작아진다.

良質의 骨材의 壓縮強度의 平均値는 약 2,000kg/cm²의 것도 있으나, 대부분의 좋은 骨材의 압축 강도의 범위는 800kg/cm²이상으로 알려져 있다. 기타의 岩石에 대한 壓縮強度는 表 2와 같다. 콘크리트 内部에서의 개개의 骨材의 接觸點에서는 공칭의 압축응력에 비하여 상당히 큰 應力이 발생하고 있기 때문에 骨材의 所要強度는 콘크리트의 強度에 비하여 상당히 크다는 것을 알아야 한다.

한편, 強度나 彈性係數는 보통이거나 작은 骨材의 것이 콘크리트의 耐久性인 면에서 바람직하다. 骨材가 壓縮性일 경우에, 水나 溫度 변화에 따라 생기는 콘크리트의 容積 변화는 시멘트 풀에 큰 應力을 발생시키

表2 미국에서 일반적으로 콘크리트 골재로서 쓰이는 암석의 압축강도

암석의 종류	Sample 구 ^{a)}	압축강도 (kg/cm ²)		
		평균값 ^{b)}	극단값은 제한 값 ^{c)} 최대치	최소치
화강암	278	1,646	2,621	1,163
규장암	12	3,305	5,365	1,224
트랩(Trap)	59	2,887	3,845	2,050
석회석	241	1,622	2,458	949
사암	79	1,336	2,448	449
대리석	34	1,193	2,489	520
규석	26	2,570	4,315	1,265
편마암	36	1,499	2,397	959
편암	31	1,734	3,029	928

- 주 1) 대부분의 sample에 대하여, 압축강도는 3~15개 공시체의 평균값
 2) 모든 sample의 평균값
 3) 시험한 모든 sample의 상하 10%에 속한 값은 제외시킴.

지 않는다. 즉 골재의 壓縮性能은 콘크리트 내부의 應力を 감소시킨다. 그러나 強하고 단단한 골재는 물레의 시멘트흄에 균열을 발생할 소지가 큰 것이다.

骨材의 強度와 彈性係數와의 관계는 일반적인 관계가 없다고 한다. 예로서 어떤 花崗岩의 탄성계수는 $4.6 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 이고, 반려암(Gabbro)이나, 휘록암(Diabase)은 $9.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 이지만 이들의 암석 강도는 어느것이나 1480~1730 kg/cm^2 정도이다. 또 어떤 암석은 탄성계수가 $16.8 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 으로 극히 큰 값을 가진 것도 있다. 석재의 압축강도 시험방법은 KS F 2519-1968에 규정되어 있다.

骨材의 破碎性의 시험은 소위 KS F 2541-1975의 파쇄시험이며, 이 파쇄치와 압축강도와의 사이는 수학적인 관계는 없지만 定性的으로는 양자의 결과는 일치한다. 파쇄지는 性能을 알 수 없는 골재, 특히 石灰岩, 어떤 종류의 화강암·현무암과 같이 低強度가 예상되는 골재에 대하여 유익한 지침이 된다.

4. 骨材알의 모양과 表面性狀(Shape and Texture)

콘크리트 骨材는 그 外見的 특징 특히 골재알의 모

양과 표면性狀이 중요하다. 立體的인 모양을 표현하기란 어렵기 때문에 어떤 幾何學的인 성질을 취하여 생각하는 것이 좋다.

골재의 둥글기(roundness)는 골재알의 변이나 角部의 상대적인 예민성, 혹은 모난 정도를 표시한다. 둥글기는 母岩의 強度 및 마모저항성이나 골재알이 지금까지 받아온 마모작용의 정도에 크게 지배된다. 부순돌(碎石)의 경우에는, 粒形은 母岩의 性質, 碎石機의 종류, 破碎比 즉 碎岩機에 들어가는 材料의 크기와 최종 크기와와의 比에 의해 결정된다.

둥글기의 分類法으로는 表 3에서와 같이 BS 812-1975가 있다.

表 3 BS812-1975에 의한 粒形의 分類

분류	실명	예
둥글(Rounded)	완전히 마모되어 있다.	강이나 해안자갈, 사막 해안 및 퇴적사, 기타의 자갈
불규칙한(Irregular)	편평한것, 모가난것, 둥글것, 가느다란 것들이 서로 혼입되어 있다.	박편암석
편평(偏平Flaky) 모가난(Angular)	두께가 다른 두면보다 얇다. 면과 면과의 접합부가 모가나 있다.	모든 타입의 부순돌, 부순슬래그
가느다란(Elongated)	일반적으로 모가 나 있고, 길이가 다른 두면에 비해 상당히 긴것	--
편평하고 가느다란(Flaky and Elongated)	길이가 폭에 비해 상당히 길고 폭이 두께보다 상당히 큰것	--

어느 크기의 골재알이 그곳에 채워지는 정도는 그 形狀에 의존하는 것으로, 골재의 모난정도(angularity of aggregate)는 어떤 정해진 방법으로 채워진 sample의 공극비로서 추정된다. BS 812-1975에서는 정해진 方法으로 채워진 골재에 대하여 고체(골재)가 차지하는 용적의 용기용적에 대한 백분율을 뺀 값을 모난係數(angularity number)라 정의하고 있다. 여기서 모난계수에 쓰이는 67이라는 수는, 아주 둥글 골재가 완전히 채워졌을 때의 고체가 차지하는 용적의 백분율로서, 모난계수는 둥글 골재의 공극보다 몇 % 공극이 많은가를 나타내는 값이 된다. 이 값이 크면 클 수록 골재가 모가 나 있음을 의미한다. 실제의 골재에서는 이 값은 0~11 범위에 있다.

굵은 골재의 모양을 나타내는 다른 방법으로는, 골재알의 표면積과 體積과의 比로 정하는 球狀係數 (sphericity)가 있다. 구상계수는 母岩의 層理, 劈開 등과 관계가 있고, 골재알의 치수를 人工的으로 감소시키는 경우에는 파쇄기의 모양에 따라서도 영향을 받는다.

表面積과 體積과의 비가 큰 골재알은 콘크리트의 위 커빌리티가 低下되므로 특히 문제가 있다. 가느다란 골재나 편평한 골재는 이 타입에 속한다. 偏平한 골재는 콘크리트내에서 골재의 偏平한 면이 어떤 일정한 방향으로 향하기 때문에 그 下側에 물막이나 공기이 생겨서 콘크리트의 耐久性을 저하시키는 원인이 된다.

또 골재의 표면성상의 분류는 골재알의 표면이 윤이 나는가 흐릿한가, 단단하기(硬度), 母狀의 공극구조 및 골재알의 표면에 작용한 힘의 정도에 의해 정해진다. 거칠기의 視覺的인 표현은 상당히 신뢰되는 것으로서 잘못을 피하기 위하여 표 4에 표시하는 BS

表 4 골재의 표면성상(BS812-1975)

Group	표면성상	특 징	예
1	매끈한 (Glassy)	貝殼狀破面	黑耀石, 유리질슬래그
2	반반한 (smooth)	박판상 혹은 가는 입자를 가진 암석의 반반한 破面	사갈, 차트(Che-rt), 점판암, 대리석, 어떤 종류의 유문암
3	粒狀의 (Granular)	다소 균일한 둥근 破面	사암, 卵岩
4	거칠은 (Rough)	잘 보이지 않는 결정을 가진 가는 혹은 중정도 입자의 암석의 破面	현무암, 珉長石, 斑岩, 석회암
5	結晶狀의 (Crystalline)	잘 보이는 결정	화강암, 반려암, 편마암
6	벌집모양의 (Honey Combed)	잘 보이는 공극이나 구멍	벽돌, 경석, 작은 슬래, 크린커, 팽창점토

표 5 콘크리트 강도에 영향을 주는 골재 성질의 상대적 중요도의 평균값

콘크리트의 성질	골재 성질의 상대적 영향(%)		
	形	表面性狀	彈性係數
휨 강도	31	26	43
압축강도	22	44	34

812-1975의 분류법에 따르면 된다.

골재의 모양(形)과 표면성상은 콘크리트 강도에 꽤 영향을 미친다고 본다. 골재의 모양이나 거칠기의 영향은 압축강도보다는 휨강도에 대해 크고, 고강도 콘크리트에서는 이 영향이 더 크다. 표 5에 표시하는 Kaplan의 데이터가 있지만, 이 시험에서 고려하지 못한 요소도 있기 때문에 이 결과는 어느 경향을 지시하는 것에 불과하다.

콘크리트의 強度發現에서 골재의 모양이나 表面性狀의 역할은 알고 있지 못하나, 表面이 거칠면 골재알과 시멘트풀과의 粘着力이 커지며 동상으로 보가 나있고 表面積이 큰 골재는 역시 粘着力이 크다고 말할 수 있다.

굵은골재의 편평함과 모양은 일반적으로 콘크리트의 위 커빌리티에 큰 영향을 준다. 그림1은 Kaplan의 Report에서 인용된 것으로 굵은골재의 모난 정도와 그 골재로서 만든 콘크리트의 다짐 係數와의 관계를 나타낸 것이다.

모난 係數가 최소로 부터 최대로 증가하면 다짐계수 (Compacting factor)는 약 0.09 감소 되지만 실제로는 골재의 다른 性質도 또 위 커빌리티에 영향을 주기 때문에 양자만의 관계로서 단정지을 수는 없을 것이다.

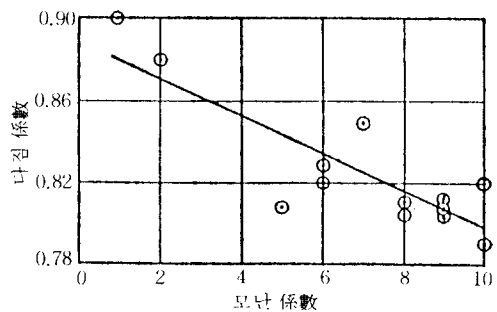


그림 1 골재의 모난계수와 다짐 계수와의 관계

5. 骨材의 附着

골재와 시멘트풀과의 부착은, 콘크리트의 강도 특히 휨강도에 큰 영향을 미친다. 부착은 골재표면의 거칠기에 의한 골재와 시멘트풀과의 맞물림에 의한 것이다. 부순돌

과 같은 표면의 거치른 것은 부착성이 보통 좋다. 일반적으로 골재알이 침투를 허용하지 않는 表面조직을 갖는 것은 부착을 좋게 하는데 도움을 주지 않는다. 또한 부착은 골재의 鑛物學的, 化學的組成, 骨材表面의 靜電氣的狀態등과 관련해서 골재의 物理的 化學的 性質등의 영향도 받는다. 예로서 석회암이나 石英質의 골재에는 化學的인 부착이 있고, 연마된 表面에서도 表面張力에 의한 부착이 있다. 그렇지만 이들의 現象에 대해서는 별로 규명된 것이 없으므로 골재와 시멘트풀과의 부착성을 예측하기 위해서는 다시 實驗的 研究가 필요하다.

일반적으로 골재의 부착성이 좋으면 파괴된 콘크리트의 供試體에서는 부착이 이탈되어 빠져나온 많은 골재외에 똑바로 파단된 얼마간의 골재알이 있어야 한다. 그러나 파단된 골재알이 너무 많이 있다면 골재가 약해서 임으로 이와같은 골재는 콘크리트 골재로서는 적절하지 못할 것이다.

콘크리트의 附着強度는 表面性狀 뿐만아니라 시멘트풀의 強度와도 영향이 있기 때문에 부착강도는 콘크리트의 材齡과 더불어 증대하고, 부착강도와 시멘트 풀의 強度와의 比는 材齡과 더불어 증대한다고 알려져 있다. 특히 高強度 콘크리트에서는 부착강도는 콘크리트 강도에 큰 영향을 주고 있다.

6. 骨材의 熱的性質

콘크리트 性質에서 중요한 골재의 熱的性質에는 熱膨脹係數, 比熱, 熱傳導의 3종류가 있다. 뒤의 2개의 성질은 매스콘크리트나 斷熱이 요구된 콘크리트에서는 문제가 되지만 일반적인 구조물에서는 문제가 되지 않는다. 따라서 여기서는 열팽창계수에 대해서만 기술한다. 骨材의 熱팽창계수는 이 골재로 만든 콘크리트의 열팽창계수에 영향을 미친다. 골재의 계수가 높을수록 콘크리트의 계수도 높지만, 후자는 配合中의 골재량이나 그 배합의 영향도 받는다.

그렇지만 이 문제에는 또 하나의 고려사항이 있다. 즉 골재와 시멘트풀과의 열팽창계수가 너무 다르면, 온도가 크게 변함에 따라 미끄럼이 생겨서 골재알과 시멘트풀과의 부착이 파괴된다. 그렇지만 미끄럼은 수

축과 같은 다른 힘에 의해서도 영향을 받기 때문에 係數의 큰 차이는, 온도의 폭이 4~60℃ 범위이면 반드시 유해하다고는 할 수 없다. 그러나 係數의 차이가 $5.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 이상이면 凍結融解作用을 받는 콘크리트의 耐久性에 영향을 준다.

熱팽창계수는 잔골재, 굵은골재의 어떤 골재에서도 Verbeck 및 Hass가 고안한 膨脹計에 의해 측정할 수 있다. 線膨脹係數는 母岩에 따라 다르나 보통의 岩石에서 $0.9 \times 10^{-6} \sim 16 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 이고, 대부분의 골재에서 $5 \times 10^{-6} \sim 13 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 사이에 있다(표 6참조).

표 6 岩石의 열팽창계수

암석의 종류	열팽창 계수($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
화강암	1.8~11.9
閃綠岩, 안산암	4.1~10.3
반려암, 현무암, 輝綠岩	3.6~9.7
砂岩	4.3~13.9
白雲石	6.7~8.6
석회석	0.9~12.2
찰트(Chert)	7.4~13.1
대리석	1.1~16.0

水和된 포틀랜드 시멘트풀에서는 이 係數는 보통 $11 \times 10^{-6} \sim 16 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 사이지만 어떤것은 $20.7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 의 것도 있고, 係數는 飽水의 정도에 따라 다르다. 이것으로 아바와 같이 係數의 차이가 커지는 것은 팽창계수가 아주 낮은 골재의 경우로서 일부 花崗岩, 石灰石, 大理石 등이 이 예에 속한다.

아주 高温이 예측되는 경우에는 상세한 골재의 성질을 알고 있어야 한다. 예로서 石英은 573℃에서 상태가 변하고, 급격하게 0.85% 팽창된다. 이 現象은 경우에 따라서는 콘크리트를 파괴시킬 수도 있으므로 耐火콘크리트로서는 石英骨材를 사용해서도 안된다.

7. 콘크리트 強度에 미치는 굵은골재의 影響

一軸壓縮을 받는 供試體의 연직균열은, 파괴하중의 50~75%의 하중에서 발생하기 시작한다 이와같은 사실은 콘크리트내부의 音傳播速度의 測定이나 超音波 pulse의 傳播速度의 測定에서 확인할 수 있다.

균열이 형성될 때의 콘크리트의 응력은 사용된 굵은

골재의 성질에 따라 크게 좌우되며, 반만한 자갈의 경우에는 기질고 모난 부순돌 보다 낮은 應力에서 균열이 생기기 쉽다. 이것은 아마도 附着機構가 表面性狀이나 굵은 골재의 形狀에 상당한 영향을 받고 있기 때문인 것으로 본다.

이와같이 골재의 性質은 극한 하중을 별개로 하면, 압축균열하중과 휨강도에 동등하게 영향을 미치고 이 때문에 양자의 크기에 대한 상관관계는 사용골재의 종류에는 무관계하다.

그림 2는 Jones와 Kaplan의 실험결과이다. 각 기호는 각각 다른 굵은골재를 표시한다. 한편 高強度 콘크리트를 제외하면, 골재의 성질, 특히 表面조직이 극한 압축강도에 미치는 영향은, 引張強度나 압축균열하중에 비하여 극히 작으므로, 휨강도와 압축강도와의 상관관계는 사용하는 골재의 종류에 따라 달라진다(그림 3 참조).

골재 종류에 따른 콘크리트강도의 영향은 가지각색으로 콘크리트의 물·시멘트비에 따라서도 달라진다. 물시멘트비가 0.4이하이고 부순돌을 쓴 경우에는, 자갈에 비하여 強度는 38% 높아진다는 실험결과도 나와 있다. 물시멘트비가 높아지면 골재의 영향은 떨어지는데 이것은 시멘트풀자신의 強度가 지배적이라고 생각되며, 부순돌과 자갈로 각각 만든 물시멘트비 0.65의 콘크리트에서는 強度차이는 없는 것으로 나왔다.

골재에 의한 휨강도의 영향도 불분이러니와 시험시의 콘크리트의 습윤상태에 따라서도 다르다.

굵은골재의 형상이나 表面조직은 콘크리트의 충격강도에도 영향을 미치나 이 영향은 定性的으로 휨강도에 관계되는 것과 같다.

Kaplan은 콘크리트의 휨강도는, 모르타의 휨강도보다 낮다고 보고하고 있으며, 따라서 콘크리트의 휨강도는 모르타만일때 최대가 된다고 생각할 수 있으므로 굵은 골재가 존재하면 일반적으로 떨어진다.

한편 콘크리트의 압축강도는 모르타의 강도보다 높으나 이것은 Kaplan에 의하면 굵은골재의 기계적인 물림이 압축시 콘크리트 강도에 기여하기 때문인 것으로 보고 있다. 그러나 이와같은 기동이 일반적으로 적용되는지 안되는지는 확인되어 있지 않으므로 모르타와 콘크리트의 強度에 대해서는 全體的 骨材로서 研究

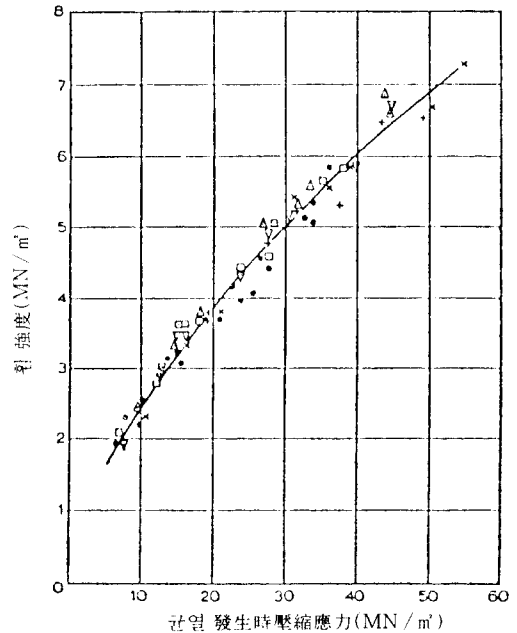


그림 2 각종 굵은 골재를 쓴 콘크리트의 휨강도와 균열 발생시 압축응력과의 관계

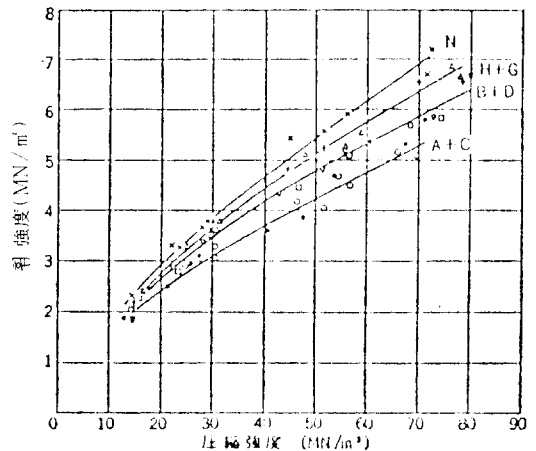


그림 3 각종 굵은골재를 쓴 콘크리트의 휨강도와 압축강도와의 관한 필요가 있다고 본다.

이상은 콘크리트 성질에 영향을 미치는 골재 자신의 몇가지 要素에 대하여 기술하였으나 이 외에도 콘크리트 성질에 미치는 요소로서는 골재의 비중, 골재의 空隙과 吸水性, 골재에 부착된 有害物質, 골재의 安定性, 특히 골재의 粒度分布와도 밀접한 관계가 있으나 여기서는 지면관계로 이만 줄이기로 한다.