

混凝土鋪裝用粗骨材に就て

高 田 昭

混凝土鋪裝が廣く施工されるに至つた今日に於ても猶交通より受ける外力と混凝土の耐力との間の關係に就ては未だ充分理論的に闡明されて居ないのは甚に遺憾であつて、今後此の方面に努力が拂はれねばならぬことと考へられる。併し實際の場合では諸種の要素が極めて複雑な組合せをなしてゐるから此の問題を解決せんが爲めには勢ひ事情を簡單化して各要素毎に其の解決を求めねばならない。以下に略述する骨材に關する内容は上記の問題を解決せんが爲めに先づ第一歩として實驗室に於ける試験研究より得た結果の一部に基づき粗骨材就中碎石の一般的記述を試みたものである。

一 粒 度

混凝土の強度が骨材の粒度によつて甚だしく左右されることは既に周知の事實であるにも不拘、未だ實驗室に關係の多い人々の間に唱へられてゐる程度から餘り出てゐないのは残念である。粒度の影響が如何に重要であるかは後述の石質其他の項と對比すれば明瞭になると思はれるが、順序として簡單に之を説明することにする。

一般に混凝土の強度は其の密度の大なるもの即空孔隙率の少ないもの程強大であることは古くから知られてゐた。之れを

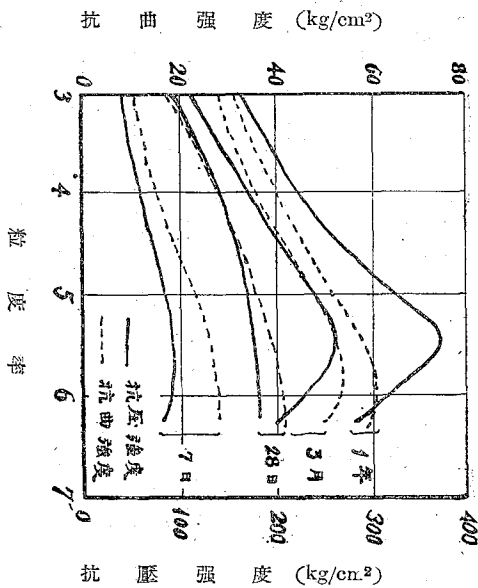
最も簡明に取扱つたのは、A. Abrams 氏である。彼の粒度率 (Fineness modulus) 説によれば、強度は水セメント比が一定であれば粒度率の大なるもの程大である。粒度率を求めるには $1\frac{1}{2}$ "、 $3\frac{1}{4}$ "、 $3\frac{3}{8}$ "、No. 4, 8, 16, 30, 50, 100 篩を使つて骨材を篩分け、各篩に残留する量を重量百分率で表はした数の總和を 100 で除した商を粒度率とする。従つて粗粒の骨材が多量となる程粒度率は大となる。

第一圖は抗壓及抗曲強度に及ぼす粒度率の影響を示したもので此の實驗に使用した砂利は大き $1\frac{1}{4}$ " 以下のもの、混凝土の配合 1:4、比稠度 1.10 である。

粒度率による影響は材齡が多くなる程著しくなるもので其の 1 年に於ける場合を見るに、粒度率が 4 と 5 との場合では抗壓強度が約 70 kg/cm²、抗曲強度が約 15 kg/cm² も違ふ。而して此の差違が前者では 250、後者では 50 といふ低い數値を挿んで其の前後に於ける違ひであるから實際問題としては極めて著しい影響となつて現はれるのである。

二 石 質

舗装用混凝土に於ては使用する骨材の石質に充分注意せねばならぬが、單に混凝土の強度殊に最も普通に試験されて居



第一圖 混凝土の強度に及ぼす粒度の影響

る抗壓強度には石質の影響が殆ど現はれて来ない場合が多い。其の原因は抗壓試験には様々な力の作用が含まれて居るが爲めであると考へられる。

第一表は關東地方に産する六種の石材より作つた大き 30~5 mm の碎石を用ひ水セメント比を 0.30 とし配合 1:1.8 とした膠石の試験結果を示す。即碎石の抗壓強度には相當大なる差異があるにも不拘之れを用ひて作つた膠石に於ては餘り大なる差が表はれてゐない。然るに碎石の抗曲強度と膠石の夫れとは相互に關係があつて、碎石として強大なるものは膠石としても大きい値を示してゐる。斯様な實驗例は幾らもあるが孰れの結果に於ても混凝土の耐壓強度が碎石の石質の爲めに目立つ程の影響を受けないことが認められてゐる。即モルタルの強度と同等以上の強度を有する骨材ならば強度の點に於て差支へないものと考へられるのである。而し混凝土の風化作用、磨損作用等に對する耐久力を必要とする場合には當然骨材の耐久力を考慮に入れねばならない。

第一表 碎石の強度と膠石の強度との比較

種 類	産 地	比 重	磨 損 率	膠 石 (1:1.8)			
				抗壓強度 kg/cm ²	抗曲強度 kg/cm ²	抗壓強度 kg/cm ²	抗曲強度 kg/cm ²
花 崗 岩	茨城縣 眞壁	2.63	2.62	1,954	102	511	57
同	稻田	2.61	3.49	1,869	102	479	60
石英閃綠岩	山梨縣 鹽山	2.69	3.07	2,100	97	504	53
輝石安山岩	同 石和	2.72	2.24	2,292	217	515	62
石英安山岩	同 初狩	2.44	4.25	1,131	86	450	56
石 灰 岩	栃木縣 葛生	2.78	3.70	—	—	527	69

三 石質と混凝土の磨損抵抗

鋪裝用混凝土の磨損抵抗は一般の事情が同一であれば必ず粗骨材の磨損抵抗によつて左右されることは言ふ迄もないことである。従つて一般に粗骨材の磨損率、硬度及韌性が考慮されるのである。就中磨損率が試験としては最も簡單である爲めに廣く採用されてゐる。

第二表 碎石の磨損率と混凝土の磨損量及抗壓強度の比較

碎石	磨損率	粒度率	W/C	混凝土	磨損量	抗壓強度
	%			スラッパ cm	mm	kg/cm ²
2.10	6.18	0.62	4.6	2.75	228	
2.85	5.06	0.61	4.1	2.70	210	
3.00	6.39	0.60	3.9	2.60	260	
3.12	6.11	0.65	3.6	2.38	260	
3.20	6.13	0.67	3.6	2.52	240	
4.08	6.27	0.49	4.5	3.45	246	
4.76	6.13	0.56	4.0	3.51	243	
8.00	6.27	0.64	4.2	4.13	209	
8.90	6.39	0.63	5.2	4.10	226	
15.35	6.37	0.60	4.6	5.76	215	

磨損率の異なる碎石を用ひて作った混凝土の磨損試験結果を示せば第二表の如くである。但碎石の粒度率は成る可く6に

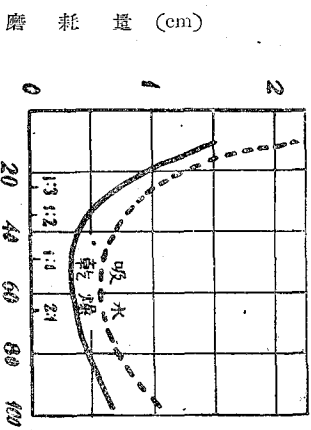
近かからしめ、配合は 1:2:3.5 とし、又水セメント比は 0.6 に近かからしめた。試験には鉋裝東瓦試験用 Rattler を用ひ、直径 9 吋の球形型に混凝土を詰めて 10 個の球形供試體を作り之れを Rattler に入れ更に直径 $3\frac{3}{4}$ 吋の鐵球 10 個、 $1\frac{7}{8}$ 吋の鐵球 245~260 個合計 300 封度を入れ、毎分 30 回轉の速さを以て 1,800 回轉せしめ、磨損量を厚さで表

はしたものである。其の結果によれば混凝土の磨損量は碎石の磨損率が 4% 以下である場合には餘り影響を受けないが、4%以上である場合には著しく影響されることが判つた。然るに抗壓強度はどうかと云ふに多少の差異はあるが孰れも大同小異であつて磨損量に現はれた様な影響は殆ど見出せない。即之れに依つて見るも鉋裝用混凝土の性状を抗壓強度によつて判斷するのは當を得て居ないことが判る。

四 混凝土の配合と磨損量

混凝土の磨損量と配合との關係を述べるに先だち、モルタルに於ては如何と云ふに、Amstler 磨耗試験機を用ひて水平方向の摩擦作用による磨耗量を試験した結果は第二圖に示す如くである。

試験には細砂を撒布しつゝ磨耗せしめたから、之れに對する抵抗力はモルタル内の砂粒と硬化セメントとの配列状態によつて著しく相違することになる。一般にモルタル、混凝土は勿論石材でも水を飽和して居る場合には乾燥状態の場合に比して磨耗量が多い。従つて本試験の結果に於ても吸水状態に在るものは乾燥状態に在るものに比べて相當に大なる磨耗



第二圖 モルタルの配合と磨耗量の比較

セメント含有量 (%)

量を示してゐる。併し其の状態の如何に拘らず配合 1:1 附近のものが最小磨耗量を示してゐて、之れを境としてセメントの量が多くなつても又少なくなつても磨耗抵抗が減少するのである。

次に混凝土に於ける關係を見るに其の外力に對する關係はモルタルの場合とは稍相違する點もあるが、磨損作用に對して最も抵抗力の大なる配合が見出されてゐる。第三表に示すものは各種の配合の混凝土を型に詰めて直徑6吋の球形供試體を作り煉瓦試験用 Rattler で試験した結果である。

第三表 混凝土の配合と磨損量

配 合	スランパ cm	磨 損 量 mm	抗 壓 強 度 kg/cm ²	抗 曲 強 度 kg/cm ²
1 : 1	1.9	4.04		
1 : 1.5	2.5	3.61		
1 : 1.8	2.5	3.58	65	490
1 : 2	1.3	3.71		
1 : 1 : 2.5	1.2	6.00		
1 : 1.2 : 2.5	1.3	6.00		
1 : 1.5 : 3.3	2.5	7.97	54	375
1 : 2 : 4.5	3.6	10.60	51	322

配合中上記の4種は膠石、下記4種は混凝土で、使用した碎石は大き 1"~No.4 の茨城縣真壁産細粒花崗岩、セメントは淺野製である。スランパは出来る限り一定にしようと努めたが 2cm 位の程度では極めて少量の水の差違でも、又スランパの上げ方でも影響があるし、且又捏混後の時間も關係して來るから 1cm 位の差は實際上免れないのである。

試験の結果を見るに膠石と混凝土とでは格段の差がある、一般に膠石の磨損量は少ないが特に 1:1.8 が最小値を示してゐる。モルタルの磨耗試験の結果と同様にセメントの量が少なくなれば勿論であるが多く成り過ぎても却つて磨損抵抗を減少する様になる。之れに依つて見るも磨損抵抗は主として粗骨材が負擔し、セメントは單に各骨材を膠結せしめる役割を演じてゐるに過ぎない様に考へられる。混凝土が膠石に比して甚だしく磨損されるのは粗骨材の間隙を充すモルタルの量が比較的多い爲めに磨損作用を直接に受ける割合が多いからである。此の意味に於てサンブライツ式セメントマカダマ工法の如く碎石の間隙を充たし且之れを膠結せしむるに足るだけのセメントを鋪裝面に露はすに止める如き工法は磨耗抵抗を主とする見地に於ては優秀なるものに仕上げ得る可能性を多分に有するものと考へられる。

現今の鋪裝に配合 1:1.8 を標準とし、場合に依つては 1:2 としてゐるのは大體以上の結果に基づくものである。嘗て米國 Arlington に於いて大規模な鋪裝試験が行はれたことがあるが、其の結果によれば混凝土鋪裝の磨耗抵抗は配合 1:2 附近が最大であつて、セメントの量が更に多くなつても少なくなつても磨耗量が増加することが明かにされた。

併し混凝土鋪裝に於て考慮されねばならぬ事項は種々あつて磨損作用に對する抵抗力は單に其の一部を占めてゐるに過ぎないことは改めて述べ置かないことである。