

北海道大学 正員の奈良 久
 “ “ 佐伯 昇
 “ “ 高田宣之

1. 目的

既存の多くの研究によりコンクリート中の骨材界面においては低い応力レベルにおいてもクラックが生じコンクリートの変形および破壊挙動に大きな影響を与えていることが知られているが、この界面ひびわれの発生条件についての研究は少ない。これを知ることはコンクリートの破壊あるいは複合則を考えるうえで重要なポイントである。本研究ではその基礎として付着のモデル実験により骨材自然面とモルタルマトリックスとの界面付着強度をMohr-Coulombの破壊包絡線によって表わし、この直線の傾度と骨材およびマトリックスの物理的性質との相関性を求め、かつ打設方向による界面付着強度の差異についての実験を行ない界面ひびわれ発生に影響を及ぼす要因について検討したものである。

2. 実験概要

2-1. 骨材の物理的性質試験

本実験で用いた骨材は北海道静内川産川砂利のうち表-1に示す3種の骨材でこれらの比較的大きなものより $\phi=1.9\text{mm}$ 、 $d_n=4\text{mm}$ の円柱供試体をゴアボーリングマシンにより抜き取り上下面を研磨材で滑らかにしたのち偏心の影響を除くため小球座を介して載荷し破壊応力度 σ_b を求め、たて、よこひずみを測定し、これより弾性係数 E 、ポアソン比 ν 、せん断弾性係数 G を求めた。また、吸水量 P 、比重 γ についてはJIS-A1110-61により測定した。骨材の自然表面粗さは小坂測器製表面粗さ計により、触針 $5\mu\text{m}$ Rダイヤモンド針を用い、測定針圧 0.5g 、測定速度 0.2mm/sec 、測定距離 10mm 、うねりカットオフ値 0.8mm として測定し、測定値表示はJIS-B0601-1970により最大高さ R_{max} 、10点平均あらさ R_z 、および表面凹凸による面積増加割合(面積比) γ_a の3通りにより表示し以上9種の値により各骨材の物理的性質の差異を表わす。

2-2. 骨材の界面付着強度試験

骨材とモルタルマトリックスとの界面付着強度を測定するため表-1の骨材を用い図-1aに示す供試体を作製した。セメントは普通ポルトランドセメントを用い、マトリックスの性質による付着強度の差異を知るため γ_a は 0.5 、 0.65 の2種とし、砂は標準砂で ϕ のモルタルを用いた。またG-1、G-2についてはブリージングによる影響を検討するため図-1bのような供試体を用いた。供試体の作製方法は砕石用の大きな岩石を用い界面が所定の角度 $\theta=30^\circ\sim 80^\circ$ となるようセトし打設、硬化させた後28日間水中養生し図-1aの打設方向に対して界面が上面のものについては $\phi=20\text{mm}$ のゴアボーリングマシンにより抜き取り、図-1bの方は付着強度が弱く破壊するものが生じたためダイヤモンドカッターで整形した後、圧縮用供試体に対しては2-1と同様の方法により、また引張用供試体については上下面に接着剤により銅板をつけこれにアイボルトを着装し圧縮同様偏心の影響を除くためフェ

表-1 骨材の種類

記号	骨材名
G-1	ミグマタイト
G-2	ホルンフェルス
G-3	質内石片麻岩

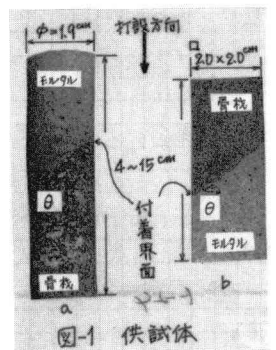


表-2 骨材およびモルタルマトリックスの物理的性質試験結果

	R_{max} μ	R_z μ	γ_A	ρ %	P	σ_B kg/cm^2	E t/cm^2	ν	G t/cm^2	
G-1	141	63	1.144	1.29	2.52	1028	364	0.166	156	
G-2	62	32	1.093	0.81	2.61	1665	607	0.185	256	
G-3	87	48	1.129	0.57	2.98	758	473	0.166	203	
各骨材、モルタルの値は供試体数6本づつの平均値を示す					モルタル	$\gamma_w = 0.50$	306	274	0.231	111
						$\gamma_w = 0.65$	236	237	0.229	95

ーンを介しミハエリス曲げ試験機を改造した載荷装置により試験を行なった。

3. 結果および考察

骨材およびモルタルの物理的性質試験結果を表-2に示す。付着強度試験結果をプロットすれば図-2のようになる。これを各シリーズ毎に最々自乗法によりMohr-Coulombの破壊包絡線($\tau = C + \tan \phi \cdot \sigma$)に乗せると図中の各直線となる。これらの付着力 C (kg/cm²)と摩擦角 ϕ (deg)を求めた結果は表-3の通りである。表-2, 表-3の関係を知らため図-3のような相関図を描いた。図-2, 図-3より以上の実験について知れるところをまとめると次のようになる。

(1) 骨材界面付着強度におよぼすブリージングの影響は大きくブリージングの影響を受けない界面ではブリージングの影響を受けた角面に対し付着力では4~5倍の大きくなり摩擦角についても1.5~2倍となる。

(2) マトリックスの強度が小さくなると付着力は小さくなるが摩擦角は大きくなる。

(3) 引張付着強度は界面垂直引張応力が増加するとせん断応力も増加するので圧縮側より求めた破壊包絡線を単線に延長して表わすことはできない。この傾向は骨材およびモルタルの破壊応力が大きい程強く、これは引張側では表面凹凸による機械的噛み合い作用が強く働いていることを示すものと思われる。

(4) 図-3より界面付着強度に大きく影響を及ぼす骨材の物理的性質としては破壊応力、弾性係数、ポアソン比、面積比が考えられるがブリージングによる界面付着強度の低下は大きくブリージングの影響を受けた場合は上述の骨材の諸物性の影響はほとんどあらわれなくなる。

表-3 付着力 C (kg/cm²) と摩擦角 ϕ (deg.)

打設方向	a		a		b	
	$W/c = 0.5$		$W/c = 0.65$		$W/c = 0.65$	
	C	ϕ	C	ϕ	C	ϕ
G-1	42.2	47.1	30.0	55.0	9.0	33.1
G-2	14.5	61.0	17.2	61.8	3.5	34.4
G-3	43.5	43.8	40.0	39.3	—	—

打設方向 a ; 図1-a, b ; 図1-b

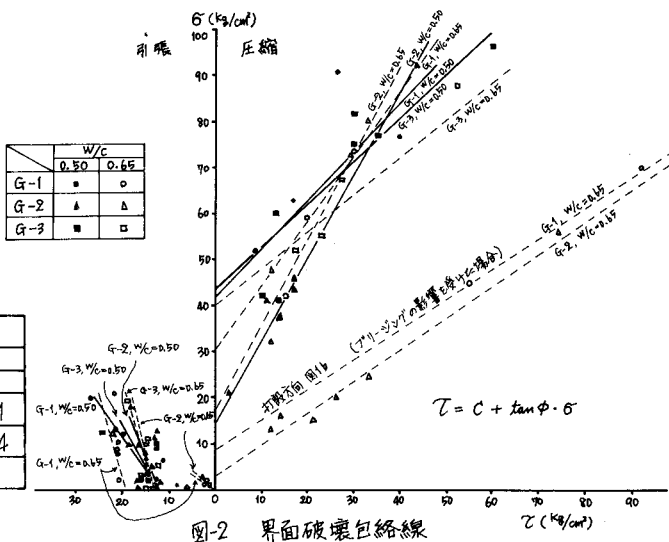


図-2 界面破壊包絡線

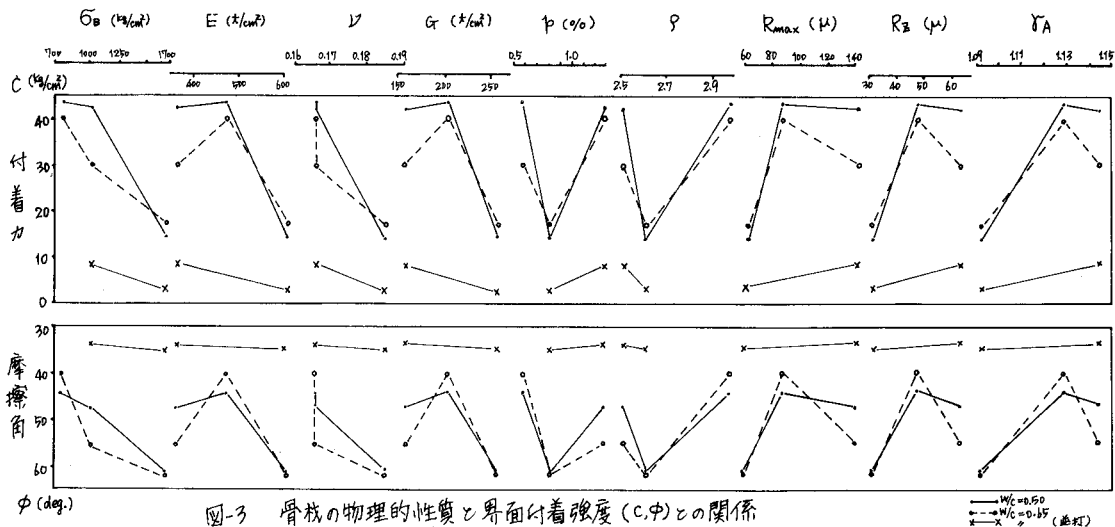


図-3 骨材の物理的性質と界面付着強度(C , ϕ)との関係