

北海道大学

正員

○ 奈良 久

〃

〃

佐伯 昇

〃

〃

藤田嘉夫

1. まえがき

コンクリートの複合材構の解明は土木工事における設計、施工技術の進歩に重要な役割を果たすものであり、近年多くの研究者によって種々研究がすすめられている。コンクリート中の骨材界面におけるボンドクラックはその先端付近に応力集中を招きこれによって骨材間のモルタル部分にクラックがひびコンクリートとしての破壊を生じると考えられる。また、コンクリート中の骨材の存在はクラックアレスト作用を生じるので骨材とモルタル、ペースト間の付着の問題はコンクリートの変形、破壊を知るうえで最も重要な問題である。本研究ではこの問題の一考察として骨材の物理的性質試験およびモルタル部分と骨材の付着（はくり）強度試験を行ない、これら二つの試験結果を比較することによりその相関性を求めたものである。

2. 骨材の物理的性質試験

骨材の物理的性質を知るため静岡県産の川砂利よりその中に比較的多く含まれてい Tab-1 に示す3種の岩石について2-1～2-3のような実験も行なった。

尚、Tab-2～5 のNo. はすべて Tab-1 のNo. と同じである。

2-1. 吸水量および比重

骨材の吸水量(γ)および比重(ρ)はJIS A1110-51「粗骨材の比重および吸水量試験方法」により測定した。結果を Tab-2 に示す。

2-2. 圧縮強度、ヤング率、せん断弾性係数、ポアソン比

圧縮強度(σ_B)、ヤング率(E)、せん断弾性係数(G)、ポアソン比(ν)を知るため Tab-1 に示す岩石の比較的大きなものをダイヤモンドカッターで Fig-1 のような供試体を各6本ずつ切りとり載荷面は研磨機によって上下両面の平行度に注意して平面度0.01mmに仕上げた後試験日3日前まで水中養生を施し空中乾燥を行ない Fig-1 のように10mmゲージを縦、横2枚ずつ粘りつけて歪を測定しながら圧縮強度試験も行なった。結果を平均値で示せば Tab-3 の通りである。

2-3. 表面あらし

骨材表面のあらしさはモルタルとの結合部分における応力の流れを乱し付着強度を左右する重要な要素と考えられる。本研究では Fig-2 に示す表面あらし計により測定針圧0.5g、触針は μ Rダイヤモンド針、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 Fig-3 のような表面あらしを測定した。Fig-3 の差異もJIS B0601-1970 により最大高さ(R_{max})、10点平均あらし(R_z)で表示した。また、骨材とモルタル部分の結合機構を考えると Fig-3 の凹凸部にマトリックスが入りこみ付着するのであるから付着面積は凹凸分だけ大となると考えられるので Fig-3 のあらし曲線より平均的な部分50mmをとりだし Fig-4 のように細かな直線のつながったものに近似し、基長 $x_1, x_2, \dots, x_n$ を測り、その平方和 $\sum x_i^2$ を計算し総基長分の面積に対する凹凸部分を考慮した面積比 γ_A を求めた。

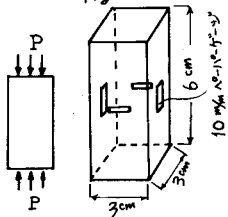
Tab-1

No.	岩石種類
1	片麻岩
2	火成岩
3	堆積岩

Tab-2

No.	ρ	γ (%)
1	2.15	0.78
2	2.66	0.83
3	2.21	1.06

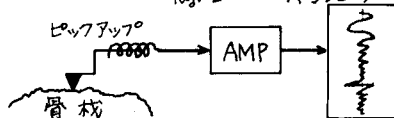
Fig-1



Tab-3

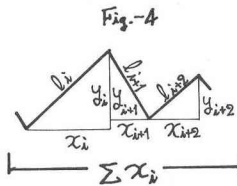
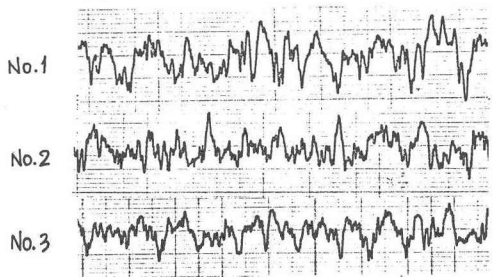
No.	σ_B (kg/cm ²)	E (t/cm ²)	ν	G (t/cm ²)
1	654	314	0.23	128
2	1255	626	0.40	224
3	965	433	0.37	160

Fig-2



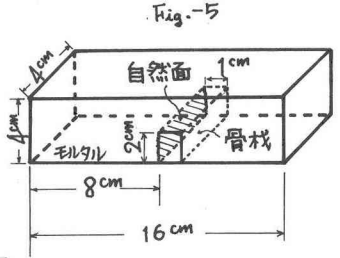
すなわち $\Sigma R_i = \sqrt{x_i^2 + y_i^2}$, $\Sigma x_i = 50 \text{ mm}$, $\bar{y}_A = (\Sigma R_i / \Sigma x_i)^2$
 R_{max} , R_z , $\bar{y}_A$ の測定結果を Tab-4 に示す。

Fig.-3 縦200倍, 横10倍, 下: 骨材内部 $\sqrt{500 \mu}$



Tab-4

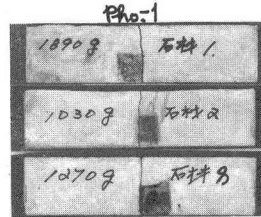
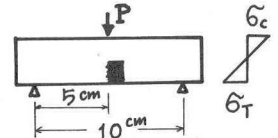
No.	R_{max} (μ)	R_z (μ)	$\bar{y}_A$
1	81	64	1.3187
2	72	49	1.0808
3	71	57	1.1226



3. はくり強度試験

骨材とモルタルのはくり強度を知るため Fig-4 に示す供試体を各岩石 3 本ずつ作製した。この供試体は $W/C = 0.65$, $S/C = 2$ (砂: 標準砂) のモルタルに斜線部分が自然面となるよう $2 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$ の大きさに切りとった骨材を打設直前まで水中養生し、これを埋込み打設し 14 日水中養生を行なったもので、これをミハリエス曲げ試験機により Fig-6 のように載荷し、供試体実寸法を測定し、これを用いてはくり破壊時の最大引張応力を算定し、この $\sigma_{T_{\text{max}}}$ によりはくり強度を表わした。Pho-1 は破壊の一例であり、Tab-5 は各 3 本ずつの $\sigma_{T_{\text{max}}}$ の平均値を示したものである。

Fig.-6



Tab-5

No.	$\sigma_{T_{\text{max}}}$ (kg/cm^2)
1	25.2
2	15.0
3	18.2

4. 考察

骨材の物理的性質とはくり強度との関係を知るため前者を横軸に、後者を縦軸にとって表わしたのが Fig-7 である。Fig-7 によれば ρ , σ_B , E , G , V が増加するに従って $\sigma_{T_{\text{max}}}$ が減少するのに対して、 R_z , R_{max} , $\bar{y}_A$ が増加すると $\sigma_{T_{\text{max}}}$ も増加し、特に $\bar{y}_A$ は $\sigma_{T_{\text{max}}}$ と非常によい線形関係を示している。すなわち、 ρ が大きいほど骨材の内部は密な状態となり E , G は大となり、従って σ_B も大となるのでこれらの値の大きい骨材は長い年月の間に表面が機械的作用や風化作用によって破壊して凹凸状態となる度合いが小さく、逆にこれらの値が小さい場合は凹凸は激しくなると考えられ、この凹凸の大小は骨材とマトリックス間に生ずる応力集中度に影響する諸弾性係数と相関性ももちはくり強度を左右する重要な要素であることが知られた。特に Fig-7 によりはくり強度に対して凹凸は付着面積の増加という形で影響を与えていることがわかった。また ρ と $\sigma_{T_{\text{max}}}$ の相関性については明らかなる関係は認められなかった。

5. 謝 辞

本研究をすすめるにあたり、骨材のあらさ測定について測定機の提供および指導をいただいた北大工学部精密工学科の岸浪、三好両氏に心より感謝の意を表します。

Fig.-7

