

金沢大学 正員 加場 重正
 金沢工業大学 正員 齊藤 満
 金沢工業大学 正員 今井 梧

1. 目的

コンクリートの破壊挙動を知るために、その引張強度特性を知ることが重要である。著者らはコンクリートを単に均一な弾性体として考えるに止まらず、その複合性を考慮すべきであるという観点から、コンクリートを骨材とマトリックスより成る2相材料と考え準巨視的なレベルで円形骨材を有するモデル供試体の挙動について研究してきた¹⁾。本実験では一連の研究の一端として、種々の形状の骨材を有するモデル供試体を圧裂载荷することにより、骨材の形状および位置がボンドクラック発生開始荷重レベル、超音波パルス伝播時間の変化、供試体の応力分布、最終的な破壊の状況および破壊荷重に及ぼす影響について検討し、コンクリートの引張強度特性解明の一助とする。

2. 方法

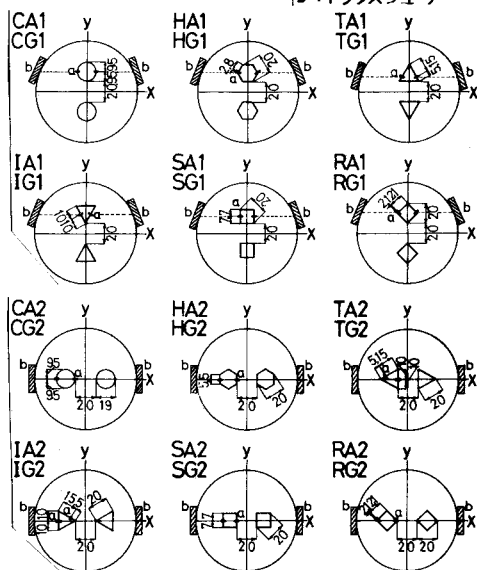
《モデル供試体》使用セメントは早強ポルトランドセメントで細骨材は豊浦標準砂である。粗骨材は鋼材(SS41、弾性係数 $2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ 、ポアソン比0.3)で1図に示す形状および状態を埋め込んだ。供試体は $\phi 10 \times 3 \text{ (cm)}$ で材齢は2週である。図中の記号は供試体の種類を示し、C、H、T、I、SおよびRは骨材の形状を、AおよびGはそれぞれ“界面に付着力を有するもの”および“界面の付着力を0としたもの”を、1および2の数字は载荷軸(Y軸)に対する骨材の位置の相異を意味する。なおマトリックス材料のみより成るシリーズをSmとする。《超音波パルス伝播時間》公称50 KHzのコンクリート品質試験機を用い、1図に示す状態を測定した。《F.E.M.解析》骨材とマトリックスの界面が完全に付着しているとした2次元弾性解析(平面応力状態)で材料定数は先の鋼材の値、文献(1)のモルタルの値を使用した。

3. 結果および考察

(A) 骨材・マトリックスの境界変位

Aシリーズでは、一般に低荷重レベルでは境界変位はほぼ0であり、ある荷重レベルに到って境界変位の増加が認められるようになる(2図)。境界変位測定位置はF.E.M.解析結果より、最も早期にボンドクラックを生ずると考えられることから、境界変位が急激に増加し始める荷重レベルをボンドクラック(剪断ボンドクラックの概念を含まず)が発生する荷重レベルと考えられる。これよりボンドクラック発生開始荷重

1図 骨材の形状・位置および境界変位測定位置
 単位 mm
 a: 境界変位測定位置
 b: トランスジューサー



1表 破壊荷重(P)、ボンドクラック開始荷重(P_b)、境界引張応力(D_g)、破壊直前の境界変位(D_{gg})、パルス伝播時間の変化率(Δt)

モデル供試体	サイズ	P kg	P _b kg	P _b /P	σ _g kg/cm ²	D _g x10 ⁻³ mm	Δt %	強度減少率 %
CA1	1	1170	465	0.40	16.6	4.0~4.5	4.1	29.1
CG1	2	829	—	—	—	4.0~4.5	4.9	—
HA1	3	992	600	0.60	11.8	3.53	3.9	20.7
HG1	4	787	—	—	—	4.56	3.4	—
TA1	5	812	361	0.44	14.7	2.40	3.2	13.9
TG1	6	699	—	—	—	2.85	2.4	—
IA1	7	847	—	—	-13.6	0.83	1.8	29.4
IG1	8	598	—	—	—	—	1.6	—
SA1	9	1184	531	0.45	14.8	6.19	6.6	18.3
SG1	10	967	—	—	—	5.33	3.9	—
RA1	11	1035	860	0.83	7.2	1.37	2.8	44.2
RG1	12	578	—	—	—	2.82	2.8	—
CA2	13	1392	390	0.28	25.6	6.19	4.3	—
CG2	14	1240	—	—	—	2.87	4.3	10.9
HA2	15	1447	488	0.34	21.3	3.24	7.3	—
HG2	16	1194	—	—	—	5.87	2.5	17.5
TA2	17	1295	283	0.22	21.4	5.02	9.2	—
TG2	18	1115	—	—	—	4.02	1.8	13.9
IA2	19	1485	967	0.65	6.1	0.90	3.2	—
IG2	20	1426	—	—	—	1.02	4.2	4.0
SA2	21	1338	338	0.25	20.5	4.52	8.9	—
SG2	22	1350	—	—	—	4.82	3.8	-0.9
RA2	23	1521	1120	0.74	1.5	0.93	3.5	—
RG2	24	1295	—	—	—	3.22	2.1	14.9
Sm	25	1581	—	—	—	—	1.1	—

レベルは1シリーズでは40～85%、2シリーズでは20～75%(1表)の範囲となり、骨材の形状の相異によりボンドクラック開始荷重レベルが大きく異なる。またF.E.M解析による境界引張応力が大であると各モデル供試体のボンドクラック開始荷重が小となる傾向が見られる(3図)。これより、骨材の形状・位置は境界引張応力に大きく影響し、ひいてはボンドクラック開始荷重に影響するが、これらの大小が必ずしも直接破壊荷重に影響することはない(1表)。Gシリーズでは一般に載荷と同時に境界変位を生ずる。

(b)パルス伝播時間の変化率および破壊直前の境界変位について

Y軸上に骨材を有する1シリーズでは、破壊直前の境界変位および伝播時間の変化

率が大きい程破壊荷重が大きいという傾向が見られ、骨材・マトリックス境界の変位能力の大なるもの程破壊荷重が大きくなる(4図)。Y軸上に骨材を有しない2シリーズでは、ほぼ逆の傾向があるものの、境界変位および伝播時間の変化率の大小により破壊荷重はそれ程影響されず、1シリーズと2シリーズの破壊挙動が大きく相異なる(4図)。

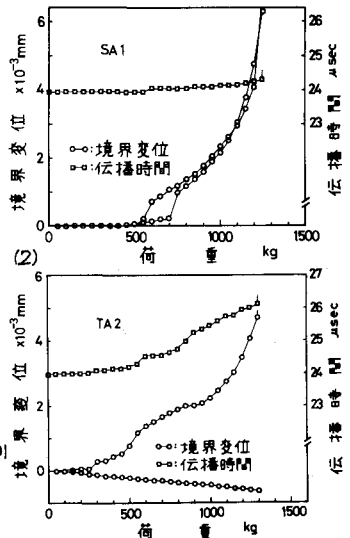
(c)モデル供試体の応力分布および最終的な破壊状況

骨材の存在によりモデル供試体中は複雑な応力分布となり、1シリーズでは、一般に骨材・マトリックス界面がY軸と直角またはそれに近い角度を有する場合には骨材近傍のマトリックスが圧縮または低引張応力部分が見られる(5図)。また最終的な破壊状況は1シリーズ、2シリーズともに骨材の形状および界面の付着の良否により、その状況が異なる(6図)。

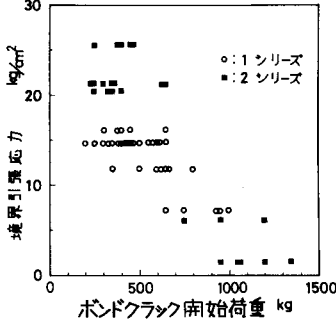
本研究を行なうにあたりご助力を頂いた金沢工業大学宮北啓教授に謝意を表する。

1) 柳場・川村・斎藤土木学会論文集, 283号, 1975

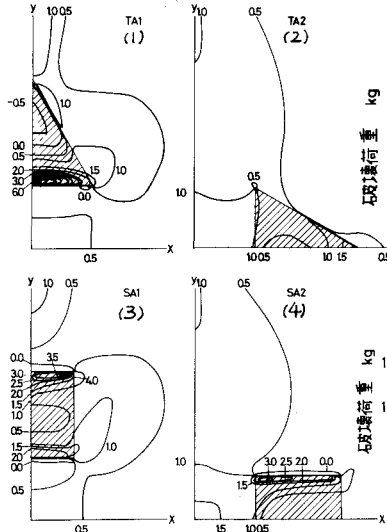
2図境界変位およびパルス伝播時間と荷重との関係



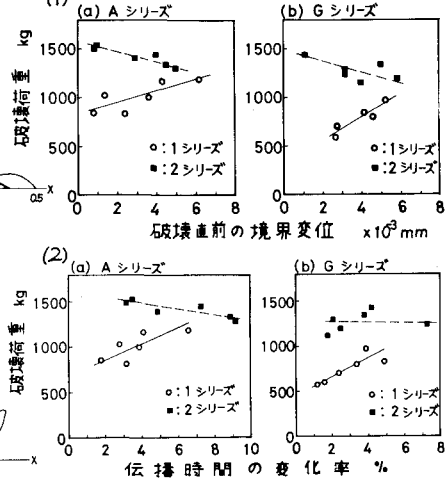
3図境界引張応力とボンドクラック開始荷重の関係



5図F.E.M.による最大主応力の分布



4図破壊荷重と破壊直前の境界変位および伝播時間の変化率との関係



6図最終的な破壊状況の概略

