

金沢工業大学 正員 斉藤 満
 金沢大学 正員 柳場 重正
 金沢大学 正員 川村 満紀

1. 目的

コンクリート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言う考えからモデル化したコンクリートの圧裂載荷下の挙動について研究してきた^{1),2)}。しかし先の研究ではボンドクラック発生開始の荷重レベルについては判明しているものの、剪断ボンドクラックの概念を含まず、かつボンドクラックおよびモルタルクラックの進展状況については不明の点が多い。ボンドクラックおよびモルタルクラックの進展状況の把握は複合性の影響を引張強度と結びつけ、合理的な引張強度算出の可能性を探究すると言う点より重要であると考え。以上の観点より、本報告では実験方法およびF.E.M.によりクラック進展状況を知り、コンクリートの引張強度特性解明の一助とする。

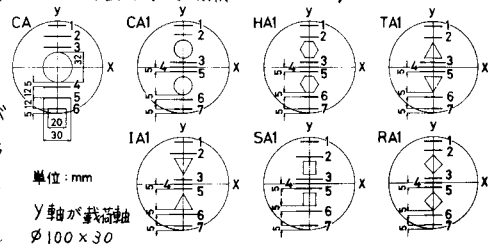
2. 方法

《モデル供試体》使用材料、作成方法および配合は文献(1)に示すとおりで、その種類は1図に示す7種である。《モルタルクラック進展状況の測定》モルタルクラックの追跡には導電性樹脂材料(ドータイト)を用い、ドータイトの細線は1図に示す位置にカラ入口で塗布した。載荷の際、ドータイト中に直流を流し、その遮断状況を電磁オシログラフで観察し、クラックの進展を測定する。ドータイト細線の断面積は $5 \times 10^{-4} \text{ mm}^2$ 程度(ドータイトの比抵抗、抵抗および長さより算出)であり、2図に示すようにドータイト塗布後約5分でクラック幅約 $30 \mu\text{m}$ に達したレベルでドータイト中を流れる電流が遮断される。《F.E.M.解析》直接反復法によりクラック進展状況を求めた。骨材・マトリックス境界は3図に示す破壊条件を満足するものとし、マトリックスは最大主応力が 1.8 kg/cm^2 に達したときに破壊するとした。境界部分で圧縮・剪断応力により破壊した場合、圧縮応力のみに伝達するように、引張・剪断応力により破壊した場合は引張および剪断応力ともに伝達しないように要素の剛性を修正した。マトリックスの破壊は主応力と直角に生じ、前述の引張・剪断応力の場合と同様に要素は直交異方性体として扱われる。各部の材料定数は文献(1)に示す値を採用した。

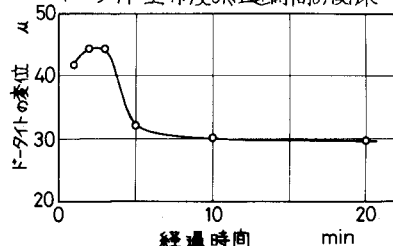
3. 結果および考察

《予備実験》ドータイトによりモルタルクラック進展の測定が事実上可能であるかを確かめる必要があり、この目的にはクラック進展方向が予め判明している試験条件が望ましい。これより、4図の1,2および3に示す位置にドータイト細線を塗布し、曲げ試験を行った。この結果は90.9%の確率で図の1,2,3の順序で破断する結果となり、ドータイト使用によりクラック幅があるレベルに達したモルタルクラック進展の測定が可能であると考え。《ドータイトによるモルタルクラック進展状況》圧裂載荷下のドータイト細線は先の曲げ試験におけるような明確な破断順序を示さず、かなりの変動がある。しかし破断順序の平均値が小さい程その位置でより早期にクラックを生ずると考えられる。CAでは明らかに骨材側より載荷点へとクラック

1図 モデル供試体の種類およびドータイト塗布位置(骨材間隔: 2.0 mm)



2図 抵抗値が ∞ になるときのドータイト細線の変位とドータイト塗布後の経過時間の関係

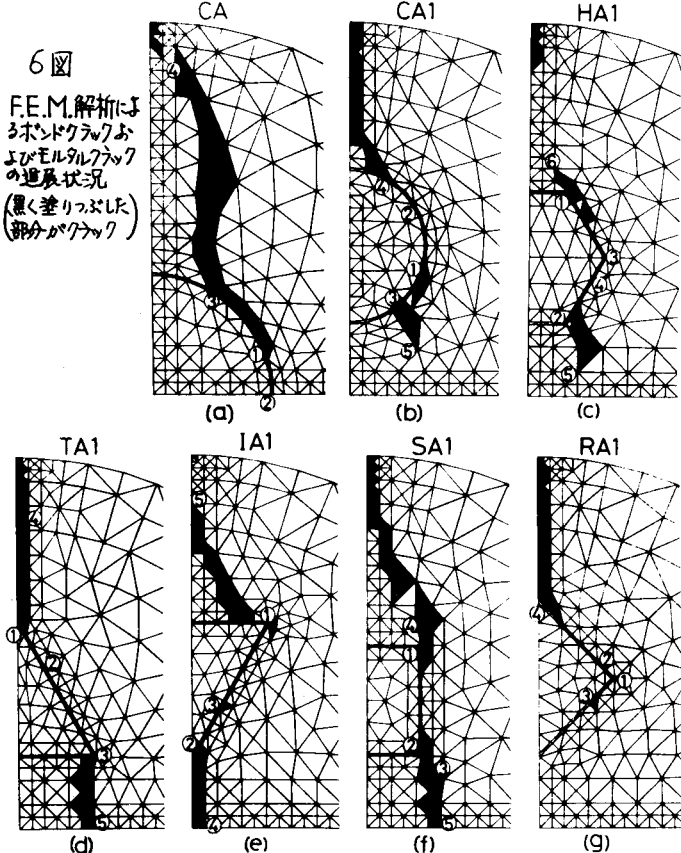


が進展し、骨材2個を有するシリーズでも、骨材・載荷点間をつなぐクラックは骨材側より進展する傾向を示す。骨材間を橋渡しするクラックと骨材・載荷点間をつなぐクラックの伝播については、一般に、前者が後者より早期に進展する傾向を示し、RA1のみ他のシリーズとは傾向を異にする(1表参照)。

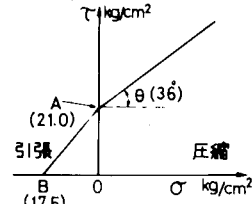
《F.E.M解析によるクラック進展状況》モデル供試体の最終的な破壊状況²⁾と前述の破壊条件を用いたF.E.M解析によるクラック進展状況は一致し(5図と6図比較参照)、先に仮定した破壊条件は少なくとも圧裂載荷下では妥当であると考えられる。解析によれば、ボンドクラックはモルタルクラックより常に早期に進展し、一般に圧縮・剪断応力および引張・剪断応力双方によるボンドクラックが存在する。モルタルクラックの進展は全々骨材側よりマトリックスへの進展であり、骨材・載荷点間をつなぐモルタルクラックの進展については全シリーズに関しスドータイトによるクラック進展方向と一致する。骨材間を橋渡しするクラックと骨材・載荷点間をつなぐクラック伝播については、IA1およびSA1では前者が後者より早期に進展し、先の実験と一致する。HA1では解析における解の収束が悪いことから、CA1およびTA1では解析におけるモルタルクラックの進展が複雑であることから実験結果との対比が困難である。RA1では後者が前者より早期に進展し、実験結果と一致する。

最後に、ご助力を頂いた金沢工業大学宮北教授、今井助手に謝意を表す。

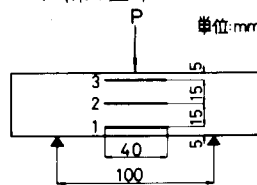
文献 1) 柳場・川村・斎藤: 工論叢集, 第283号, 1975. 2) 柳場・斎藤・今井: 土木学会講義集, 5部, 1975.



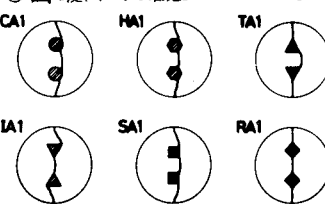
3図 F.E.M解析に使用された境界部分の破壊条件



4図 曲げ試験におけるスドータイト細線の塗布状況



5図 最終的な破壊状況の概略図



1表 各シリーズにおけるスドータイト細線の破断順序 (モルタルクラック進展状況)

破断	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
CA	1	3	2	3	3	5	5	6	4	1			4.06
	3	6	1	3	5	5	5	15	4	1			4.09
	2	3	6	1	1	1	1	4	1	5			2.75
	4	2	1	4	2	2	2	1	3	3			2.38
	5	4	5	4	4	2	1	3	6	2			3.08
	6	5	4	4	4	2	2	3	6	2			2.46
	7	5	4	4	4	2	2	3	6	2			4.10
CA1	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	1.08
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	2.75
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
HA1	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
TA1	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
IA1	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
SA1	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
RA1	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21
	2	2	1	3	4	5	6	6	4	4	6	7	4.21