

京都大学工学部 O 中川 浩二

" 小林 昭一

" 丹羽 英久

コンクリートをモデルで表わし、荷重に対するそのモデルの挙動を推定することは、破壊現象をはじめとするコンクリートの力学的挙動を明らかにする上で有効な方法である。そのため、古くから多くのモデル化の手法が提唱されてきており、荷重下でのモデルの挙動との比較において、コンクリートの力学的挙動が論じられてきている。

コンクリートの破壊を説明するためのモデルとしては、材料と互複的にみて統計などの手法を用いることにより数式などで表わそうとするモデル(数値モデルと呼ぶ)と、材料と簡単な構造の集合体として表わし、その構造体の内部破壊の挙動の結果として材料の全の破壊を説明しようとするモデル(構造モデルと呼ぶ)とに大別される。本研究は後者の構造モデルについてのみ考えており、これはコンクリートの内部構造のモデル化の方法により、二種類に分けられる。その一つは格子構造モデルであり、これはコンクリートの構造とトラスなどの格子構造によって表わそうとするものである。この方法を用いた研究には Reinius の研究をはじめ、Rog & Sozen, Baker などの研究がみられる。他の一つはコンクリートの内部構造と連続体要素の集合とし、その各要素内の欠陥の発生、発達の結果から供試体としての破壊を論じようとするものであり、この方法には Brandtzaeg, Shah & Winter, Taylor, Buyukozturk などの研究がみられる。これらの研究はいずれもそれぞれレベルでコンクリートの破壊の進行現象をよく説明している。しかし、現実の大きくない圧縮荷重下でのコンクリートは、破壊の発達過程で欠陥の相互干渉を生じ、最終的にはクラックの発生、発達の結果生じた構造的な不安定さから強度破壊あるいは崩壊現象を生じる。として、これらの研究には Buyukozturk の研究を除いては欠陥相互間の影響と、総体的な破壊の発達の結果である構造の劣化、あるいは構造体としての供試体の破壊に対する考慮がなされてはいない。

本研究は既存の代表的な研究として、格子構造モデルとして Baker のモデルおよび連続体モデルとして Brandtzaeg のモデルをともにコンクリートの構造を表わすモデルと考え、その破壊の進行過程を構造的に解析し、解析結果との比較にもとづき、コンクリートの破壊の機構を明らかにしようとするものである。

(1) 格子構造モデル

(a) トラスモデル: Baker のモデルにしたがい、コンクリートの内部構造を骨材の配列によって作られる骨格と、骨材の間を埋めるモルタルとに分け、斜材(骨材骨格を表わす)と縦横材(モルタルマトリックスを表わす)からなる二次元静定トラスで表わした(図1)。コンクリートの破壊の進行はモルタル部分の引張破壊と、さらには生床あるいは圧縮によると考え、縦材および横材の応力がそれぞれその部材固有の強度より大きくなると、切断あるいは生床が生じるとした。この切断あるいは生床した部材の弾性係数は 0 にならとされている。各部材の固有強度は縦、横材と

も偏差 25% の正規分布とするとした。

(b) ラーメンモデル： 部材の配列はトラスモデルの場合と同様 Baker のモデルに従った(図-2)。この場合、各部材は軸力のみならずせん断力およびモーメントとも伝達すると仮定している。モデルの破損の進行はトラスの場合と同じく部材の切断と接点の坐落から生じるとしているが、モルタル部分のたて割れ(ボンドクラックの発生も含む)による部材の切断は斜材にも影響をもつとし、斜材のせん断および曲げに対する弾性係数を低下させた。各部材の固有強度についてはトラスモデルの場合と同様である。

(2) 連続体モデル

Brandtjaeg のモデルと参考にし、コンクリートの構造と有限個の連続体の集合と仮定した。解析方法には二次元有限要素法を用い、要素分割は三角形分割としている。分割された各要素は、コンクリート中の骨材境界あるいは骨材の配列の結果できたとして説明されるすべり面を有しており、この面での応力条件が Coulomb のすべり条件 $\tau = c + \mu \sigma$ を満足すればこの面に沿ったすべりが生じるとした。また各要素は Griffith の条件を満足すればたて割れを生じるとし、たて割れを生じた要素は最大主応力と平行(圧縮と正とすると)にクラックが入るとした。すべり、あるいはたて割れを生じた要素はその面を引張応力と伝達しあるいは圧縮応力は伝達する。またこの面でのせん断力の伝達は Amontons の摩擦則で与えられる量を越えないとした。さらにすべりあるいはたて割れを生じた要素が新しく Griffith の条件を満足するか、たて割れを生じた要素がすべり条件を満足する場合には、この要素は構造的に破損されたとして弾性係数を 0 に直した(ポアソン比は非圧縮性材料に直し値を与えている)。このモデルでは要素の持つすべり面は荷重軸に対して一律な傾きを有しているとし、すべり面の荷重軸に対する傾きを $0^\circ \sim 180^\circ$ の間として一律の数を与え、Coulomb 式の粘着力とは各要素に偏差 25% の正規分布とするとした。また摩擦係数 μ および Griffith の条件の定数(一軸引張強度)は各要素で一一定としている。

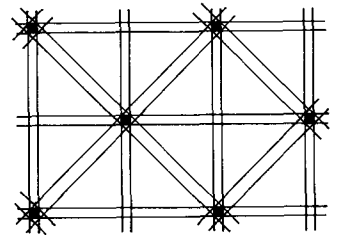


図-1 トラスモデル

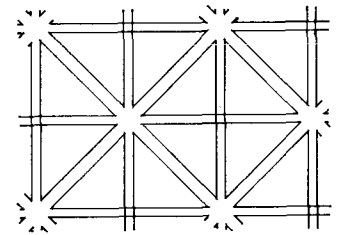


図-2 ラーメンモデル

以上のような仮定にもとづき逐次解析を行なうことにより、一軸および一定荷重比による載荷時のモデルの挙動を検討し、モデル供試体の荷重-変形関係、強度におよぶ荷重比の影響、破損の進行状況と検討した。

こゝよりコンクリートの圧縮荷重下での破損の機構について検討を加えているが詳細については当日発表する。

参考文献

Baker, A., Magazine of Concrete Research, Vol. 11, 1959.

Brandtjaeg, A., Det. Kgl. Norske. Videnskabs Selskabs Skrifter No. 12, Trondhjem, 1927

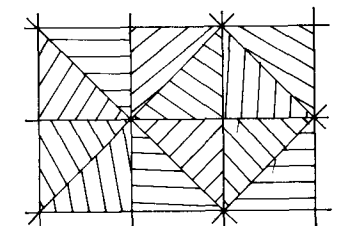


図-3 連続体モデル