

複合材料としてのコンクリートの特性(外的複合)

東京大学工学部 正会員 岡村 甫

1 複合材料

それぞれの素材と物理的性質の異った性質を付与するために、二つ以上の素材を組み合わせで作った材料を一般に複合材料 composite material と呼んでいるが、単一材料との区分は必ずしも明確ではない。しかし、極端な例であれば両者の区分は明瞭であって、L.Hollidayの編集による Composite Materials には、単一材料の例として石英を、複合材料の例としてコンクリートを挙げ、両者の区分の明らかな例としている。

複合材料を構成するには、金属、非金属無機質、有機高分子物質等をかなり自由に組み合わせることができ、従って複合材料の種類は非常に多い。複合材料をその構成形態で分類すると次のようになる。

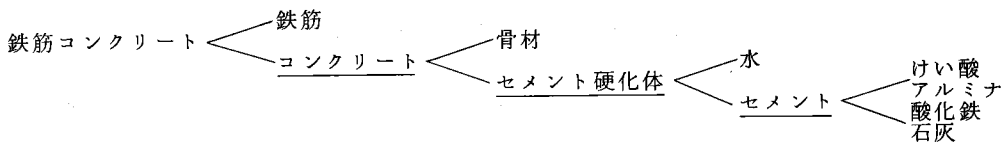
- (1) ある物質(マトリックス)中に他物質の微粒が分散したタイプ：例えば、樹脂コンクリートはコンクリート中に樹脂モノマーを含浸させた後に重合させた複合材料と見なせるのであって、樹脂の粒子がマトリックス中に分散している。
- (2) ある物質の粒を他物質(マトリックス)で結合したタイプ：例えば、コンクリートはこのタイプの典型的な複合材料と考えられるのであって、骨材粒をセメント硬化体のマトリックスで結合したものである。
- (3) ある物質(マトリックス)の中に他の物質を繊維の形にして入れたタイプ：例えば、鉄筋コンクリートあるいはプレストレストコンクリートはマトリックスであるコンクリート中に、鋼材を繊維の形にして入れて補強した複合材料と考えられる。

巨視的に見てもコンクリートはこのように複合材料としての3形態のいずれをも含む典型的な複合材料と云えるのである。(1)(2)の場合にはコンクリートに於ても微視的スケールの相互作用や2物質の接触面の界面現象も重要である。(3)の場合には一般に複合材料を構成物質(素材)の機械的集合体として取扱えばよいが、異形鉄筋とコンクリートとの付着やはりのせん断性状などを解明するためにはマトリックスであるコンクリート自体を更に(2)のタイプの複合材料として扱う必要もあろう。

2 複合材料としてのコンクリートの特性(外的複合)

コンクリート自体をマトリックスとした複合材料をコンクリートの外的複合材料と呼ぶことにすれば、上に述べたように樹脂コンクリート、鉄筋コンクリート、プレストレストコンクリートなどがこの種の複合材料であろう。ここではこの種複合材料の特徴を鉄筋コンクリートを例にして述べることにしたい。

- (1) 複合材料としてのコンクリートの特徴の一は、それを構成しているマトリックスであるコンクリートが既に複合材料であることであって、単に2種類の単一材料から成る複合材料としては取扱えない場合のあることである。次図において下線を引いてあるものは複合材料であると同時に左側の複合材料に対しては素材の役目をしているのである。



- (2) 鉄筋コンクリートはコンクリートおよび鋼のお互いの特徴を発揮し、欠点を補い合い、これらの材料を経済的に利用した複合材料である。複合材料としての鉄筋コンクリートの特徴は、非常に多くの技術者が直接その複合過程に参加することであろう。また、コンクリートは、その材料を練り混ぜ、これを型枠内に詰めればできるのであるから、どんな形のものでも、大きさのものでも、特に大がかりな設備を設けなくとも自由につくることができる。鉄筋はその取り扱いおよび加工は容易である。それで、鉄筋コンクリートはこれによって、どんな形のものでも、大きさのものでも、欲する単体的な構造物を比較的容易につくることができるもので、他の構造材料を用いる場合のように、材料の市場販売寸法の制限を受けることがほとんどない。

3 複合材料研究所設立の計画について

現在日本学術会議の材料研究連絡委員会から複合材料研究所設立の計画書が出されている。以下にその設立の趣旨の一部を引用し、複合材料としてのコンクリートを理解する一助としたい。

最近の科学技術の著しい進歩によって、各工学部門における各種の装置・構造体・施設等の構成材料には一段と高い性能が要望されてきた。即ち、従来とは比較にならない程度に高度な強じん性・耐久性・耐熱性・耐食性等が要望されるのであるが、これと共に軽量化・省力化等が必須の要件となっている。また経済の著しい発達によって、各材料の分解処理が重要な社会問題となっており、緊急な解決が強く要望されている。

この種の要望を充足する新材料として、それぞれの用途に応じ、無機質・高分子質・金属質等の各種素材を複合して主素材の特徴を生かしながらその短所を補強し、単一材料の限界を突破した構造用複合材料が脚光を浴びているのであって、特に土木工学・建築工学・化学工学・航空工学・機械工学・船舶工学・原子力工学等の分野に於てその重要度は高く、近い将来に著しい発展を予想される宇宙工学・海洋工学等に於ては欠くことのできない材料である。

しかし、複合材料における各素材は、それぞれの専門分野に於て、独自に研究を重ね発達して来たものが大部分であり、相互の情報交換も欠け有機的な総合研究は殆んど実施されていないので、骨格素材・結合素材・補強素材・混和素材等の配合特性、素材界面における物理的ならびに化学的相互作用、複合物の成型特性および複合特性等は極めて複雑であるに拘らず、各専門分野の谷間として解明されずに放置されてきた問題点が頗る多い。なお複合材料の強じん性・耐久性・耐熱性・耐食性等の諸特性は、いわゆる単種材料とは相当に異なるばかりでなく、その使用目的が非常にきびしい環境条件を対象とする場合が多いので、これらの諸特性の解明ならびに分解処理性の検討のための新しい試験方法ならびに解析方法の確立も要望される。