

研究室から

【前田先端技術研究所】

主席研究員

佐藤 和彦



コンクリートとは何であろうか？。多くの人は、例え自分で触れたり混練したりしたことがなくとも、左官用セメントモルタルやコンクリート製のポール（電柱）、コンクリート製ブロック塀は目にすることがあるだろう。むろん多くのビルディングや橋脚が鉄筋コンクリート構造によって構築されており、ダムやトンネルに多量の生コンクリートが使用されていることも知っていることと思う。駅のプラットホームも、港の岸壁も、テトラポットもコンクリートである。

成形性に優れ、高い汎用性

コンクリートがこれだけ多くの場所に使用されている理由は、鉄と並んで、また鉄とは異なった機能において優れた工業材料であるからだろう。鉄もコンクリートも安価な材料であり、一方は加工性に優れ、一方は成形性に優れているため汎用性が高い。他方、鉄は

線材や板材として用いられフレーム構造の要素部材など引張応力に強いが、コンクリートはマツシブな構造体として用いられ、基礎構造など圧縮応力に強い。鉄はねばりがあるが、熱に弱い。コンクリートはこの逆の特性を示すため、両者を組み合わせそれぞれの弱点をうまく補った材料が鉄筋コンクリートである。鉄筋コンクリートの登場によって、モスクやピラミッドのような特殊な構造に依らないでも、長大、高層の建造物が建設可能となった。

優れた工業材 コンクリート

コンクリートは、基本的に水、セメント、骨材からなり、必要に応じて混和剤・混和材・補強材を加えている。セメントは、文字の意味からしてもものつものを接合させる材料であり、水で練り混ぜることにより固まり、骨材や補強材を一体化する。しかし実はコンクリートの容積の七割は骨材（砂利・砂）であり、セメントは全体の二割程度でしかない。他は水と空気が占める。

セメントは何故固まるのであろうか？。セメントは、石灰石、珪石、粘土、鉄分を含む各原料を混ぜ合わせ、これを高温で焼成して得られる。生成した各鉱物をクリンカー鉱物といい、これらは水と接し水和物となる過程で骨材間の空隙を覆っていく。コンクリート

は全体の約二五%を占めるセメントペーストを糊材とし、骨材同士を固めて作った人工の石材といえる。

超高度の硬化体を開発

セメントが固まるために、水は必要不可欠なものである。しかし、セメントが硬化するために必要な水量はセメントの重量の約二割にすぎず、余分な水はコンクリート中に残って空隙となってしまう。空隙が多いとコンクリートの強度や耐久性が低下するため、必要水量以上の水を加えなければよさそうだが、一定量の余剰水がなければ生コンクリートの混練や打設に必要な柔らかさ（ワーカビリティ）は得られない。我々は使用材料と製造方法を根本的に見直すことで、添加する水量と空隙量を極限まで下げ、超高度・高耐久性のセメント硬化体（MPC）を開発した。MPCの七割はセメント粒子であり、ポリマーから生成する極微量の水分をもとにセメント粒子同士が特殊な結合を形成して、一般のコンクリートに比べ、三十倍以上の曲げ強度を発揮する。一方空隙を無くすのではなく、これを超微粉末によって埋めることにより、高強度化・高耐久性をはかることもできる。超微粉末はセメントのアルカリ分と反応し、これ自体緻密な水和物を形成し空隙を覆う。この硬化体は、一般のコンクリートの数倍レベルの強度を有し、まさに「焼成しないセラミックス」(NFC)となっている。

逆に空隙を積極的に利用することはできないだろうか？。コンクリート中に気泡を導入し、これを硬化させれば、断熱性や吸音性に優れたコンクリートが得られる。さらにセメ



ントペースト分をできるだけ少なくし、骨材を点接触で結合させることで、空隙率が三割にも及ぶポーラスコンクリートができる。空隙部は連続しており、透水性の優れたコンクリートとなり、排水性の良い舗装材として利用できる。空隙部に種子と培土を充填すればここから植物が生育し、コンクリートの自重によって一定の法面保護を兼ね備えた植栽コンクリートが得られる。空隙部は微小動物の生育空間にも適しており、河川または沿岸環境における多自然型の土木構造物に利用できよう。また空隙部を大きくしなくとも、コ

ンクリートはもともと微細な空隙を含んだ多孔質材料である。多孔体では比表面積が大きいため、物質吸着性や有害物除去能、さらには室内の湿度調節に有効なコンクリートが得られよう。

さまざまな用途に活用

骨材はいわゆる充填材に当たるものだが、これを重いものとするれば重量コンクリートが得られ、逆に軽いものとするれば軽量コンクリートが得られる。これらは、素材の重さを機能として応用したものだ。各種素材の有するさまざまな機能を積極的に応用できないだろうか？。コンクリートはもともと熱容量の高い材料だが、体積の大部分を占める骨材により熱容量の高いものを使用すれば、蓄熱性に優れたコンクリートになる。またテレビのゴースト現象などで問題となっている外部からの電磁波侵入を防ぐため、コンクリート中に電磁波を吸収する素材を混入することも可能である。さらに、廃棄物や有害物質をコンクリート中に封じ込めてしまうこともできる。このように、コンクリートは多くの素材の多様な機能を付加し得る許容力に溢れた材料である。

新たな設計手法の確立が急務

今国内では、コンクリートに対する風当たりが強い。本年六月に起こった山陽新幹線福岡トンネルの崩落事故や、平成七年に起こった阪神大震災において露呈したコンクリート構造物の施工不良などである。少なくとも数十年の耐用期間を有するはずのコンクリート構造物が、現在何故このような問題を引き起

こしているのである。また、二〇二〇年にはコンクリート構造物のメンテナンス費用が、新設費用を上回るとの予想(二〇二〇年からの警鐘「日経新聞社」)がある。これから新設するコンクリート構造物でも、使用段階における安全性・使用性・修復性を含めた、性能規定による新たな設計手法の確立が急務となっている。このように、コンクリートを取り巻く技術的産業基盤は、歴史的にも大きな転回点を迎えている。

昨年から当社が事務局となり、庄内在住の土木技術者をメンバーとした庄内・土木技術フォーラムを開催している。この中でもコンクリートをめぐる今日的課題が活発に議論されている。まず我々の周囲から、しかし広い視点をかまえず、地域の力を結集して個々の課題に対応していくことにより、次世紀に向けた新たなコンクリート技術・産業の形成に努力していきたい。

前田先端技術研究所

当社は平成7年9月に、前田製管株式会社中央研究所が分離独立し、発足した。

Global Thinking
Intensive Research
Challenging Sprits

を経営スローガンとして、土木建設分野を中心とした市場ニーズに関し、当社が保有するセメント・コンクリート技術を中心とした研究開発を行いながら、技術販売等の事業展開を行っている。

現在従業員数は15名、研究部・総務部のほか、研究開発から企画営業までの集中的な展開をはかるため、プロジェクトチームを設けている。