

BRI NEWS



Epistula

えびすとら

建設省建築研究所
Building Research Institute

Vol. 5

発行：1994.7

いま、なぜコンクリート

コンクリートは、セメント、水、骨材等から成立している複合材料です。セメントと水を混練したものをセメントペースト、セメントペーストと砂など細かい骨材を混練したものをモルタル、モルタルと砂利等の大きい骨材を混練したものをコンクリートといいます。

コンクリートは、古くから建設材料に用いられてきました。その理由として、第一に挙げられるのは、自由な造形が可能であるという点です。土木構造物や建築物を計画・設計する際に、自由な意匠設計や構造設計ができるということは、何にも替え難い魅力であるといえます。この他にも、コンクリートは圧縮力に対して強いこと、耐久性や耐火性に優れていること、遮音効果があること、他の建設材料に比べて安価であることなど、多くの長所を備えています。ただし、引張力に対して弱いことや、取り壊しが不便である等の欠点もあります。また、実際にはコンクリートのみで構造物ができているわけではなく、重力式ダムなどマッシブな構造物を除いては、殆どの構造物において鉄筋や鉄骨などとの組み合わせによる、鉄筋コンクリート(Reinforced Concrete:RC)や鉄骨鉄筋コンクリート(Steel Framed Reinforced Concrete:SRC)として、土木構造物や建築物に使用されています。

近年、超高層建築物や巨大建築物、記念碑的な建築物や海洋建築物等の高強度かつ高耐久性を要求される建築物へのコンクリートの適用が考えられ、それに伴いコンクリートに要求される性能もさらに高度化・多様化してきています。建築研究所では、それらに対応すべく、コンクリートを含むセメント系建築材料の新しい性能評価手法、使用基準・性能基準の確立を目的に、材料開発や性能評価を行っています。



RC造建築では日本最高階のウォータータワープラザ(41階、 $f_c = 420\text{kgf/cm}^2$ 大阪市・桜宮リバーシティ)〔施工・写真提供/(株)大林組〕

特集

コンクリート

コンクリートの高性能化



特集

コンクリート

コンクリートの高性能化

コンクリートは、鉄などととも一般によく知られている建設材料です。ただし、鉄と決定的に異なる点は、材料が入手できれば、誰にでも比較的容易に作れる反面、コンクリートに関する知識や経験がないと、意に反する様々なものができてしまうということです。そのために、コンクリートの品質確保や性能改善に関する様々な努力が過去から延々と行われています。

コンクリートの要求性能

コンクリートには、強度・耐久性・施工性という三つの大きな要求性能があり、各々に性能を測るための指標が設けられています。

強度では、1平方センチメートル当たりどの程度の圧縮荷重に耐えられるかが重要な指標となっています。

耐久性では、コンクリートが、作られてある期間経過した時点において、機械的性質、密度や形状などがどの程度変化するのが指標となります。具体的な性能評価指標は、ひび割れ抵抗性、中性化(コンクリートのアルカリ性低下)、乾燥収縮、耐凍害性、遮塩性、化学的抵抗性等数多くあり、各々に試験方法・評価基準が設けてあります。

施工性では、コンクリート打設時の作業の容易さ(ワ-カビリティ-)、取扱い易さ、ポンプ圧送性、仕上げの容易さ等が、評価指標として挙げられます。

強度・耐久性は、硬化したコンクリートに関する要求性能であり、施工性は、まだ固まらない(フレッシュ)コンクリートに関する要求性能であると言えます。しかし、この三つの要求性能は独立して存在しているのではなく、お互いに密接な関係にあります。

例えば、コンクリートの強度は、一般にその構成材料である水とセメントの混合比

率(水セメント比)によって決まるといわれており、水セメント比が低いと強度は高くなり、高いと強度は低くなります。コンクリートの耐久性を向上させるためにも、低水セメント比であることは、重要な要素のひとつです。ただし、コンクリート1㎡中の水量が少なくなるために、コンクリートの流動性は低下し、施工性が著しく低下します。最悪の場合は、施工不良によるコンクリートのジャンカ(豆板)、鉄筋のかぶり厚さ不足等を引き起こし、結果として、コンクリート構造物の耐久性の低下につながります。

すなわち、良いコンクリートを作るためには、強度・耐久性・施工性の三大性能がバランス良く保たれているかどうかを検討する必要があります。

また、これら三つの要求性能がさらに高いコンクリートとして、高強度コンクリート、高耐久性コンクリート、高流動コンクリートが挙げられますが、これらについても当然、三大要求性能は満足していなければならないのです。

コンクリートの開発

近年まで、コンクリートの開発の歴史は、セメントの開発ならびに骨材などの使用材料の品質の安定化によるコンクリートの品質の向上・確保の歴史であったといえます。しかし、近年の高性能AE減水剤(低水セメント比でのコンクリートの流動性の確

保が可能)や各種混和材料(高炉スラグ、フライアッシュ、シリカフェ-ムなど:コンクリートの耐久性向上、高流動化が可能)の開発により、コンクリートの種類は飛躍的に増加し、多様化した様々なニーズにも答えられるようなコンクリートが製造可能となりました。

現在、コンクリートの開発は、前述の三つの要求性能を主軸として行われていると考えることができます。

すなわち、コンクリートの強度に関しては、鉄筋コンクリート造建築物の超高層化・超軽量化を図るためにコンクリートの高強度化に関する研究・開発が進められています。

コンクリートの耐久性に関しては、オイルショック前後に建造された鉄筋コンクリート造建築物に様々な障害が発見され、緊急課題として、昭和60~62年度にかけて建設省総合技術開発プロジェクト「コンクリートの耐久性向上技術の開発」が行われたり、日本建築学会でも、「高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針(案)・同解説」等を刊行し、耐久性確保に関する研究がなされ、現在でもコンクリートの高耐久性に関する研究が行われています。

コンクリートの施工性に関しては、施工の合理化、省力化、自動化を図るために、高い流動性を有し、締め固め不要の施工性の良いコンクリートの研究・開発が現在進められています。

高強度コンクリート

市街地での土地の有効利用を図るために、建物の高層化や床面積の拡大が考えられます。さらに、高層化したRC造は、高層建築の主流であるS造(鉄骨造)と比較して、揺れ等が少なく、居住性が良いといわれています。鉄筋コンクリート構造の建築物の階数は、使用するコンクリートの圧縮強度に大きく依存しており、コンクリートの高強度化は、柱断面の縮小による床面積の増大や建物の高層化を可能とします。

高強度コンクリートを得るためには、基

本的には水セメント比を小さく、すなわち、水量を少なくすればよいのですが、そうすることにより混練性や施工性などは著しく低下します。そこで、登場するのが高性能AE減水剤です。この混和剤を使用することにより、少ない水量でも従来のコンクリートと同程度の施工性を高強度コンクリートにも付与することが可能となりました。

現在、高強度コンクリートは、圧縮強度270~600kgf/cm²、超高強度コンクリートとは圧縮強度600~1200kgf/cm²のコンクリートであると定義されています。ただし、上限1200kgf/cm²については、現状で供給可能なコンクリートの圧縮強度であり、実験室レベルではさらに超々高強度のものも得られています。

建設省では総合技術開発プロジェクト「鉄筋コンクリート造建築物の超軽量化・超高層化技術の開発(略称:総プロNewRC)」を昭和63から平成4年度まで、高強度かつ高品質の材料による新しい鉄筋コンクリート構造の開発・普及、鉄筋コンクリート造建築物の軽量化・高層化を図ることを目的に官・学・民共同で実施しました。建築研究所では、高強度コンクリートの試験方法ならびに評価基準を確立するための各種性能に関する数多くの評価試験ならびに実大施工試験を行い、多大な成果を得ることができました。

現在では、それらの成果を生かし、高層または超高層RC造建築物が次々と出現しています。

高流動コンクリート

コンクリート構造物の多くは、現場施工により作られます。コンクリートの打設作業は、「建設」という過程の中でも、最も重要かつ困難な作業であり、出来上がった構造物の善し悪しを決定するといっても過言ではありません。また、この作業は建設現場における3Kを代表するものともいえます。

高流動コンクリートは、高い流動性なら

びに材料分離抵抗性(材料分離とは、セメントベ-ストと砂、モルタルと砂利が分離すること、コンクリートの品質を著しく低下させる)を有し、従来のコンクリートと比べても強度・耐久性を損なわないコンクリートであると定義されています。さらに、高流動コンクリートは、一般に自己充填性が高く、鉄筋間隙通過性にも優れたコンクリートであり、そのため締め固め等の作業が不要となることから、建設現場での施工の合理化や工期の短縮、ならびにコンクリートの品質安定化が図られるコンクリートとして、現在注目を浴びています。現在までに、複雑な形状をした建物や大規模な橋梁などの基礎部分に高流動コンクリートを使用したいくつかの施工例も報告されています。

高流動コンクリートは、普通コンクリートに比べ水セメント比が小さく、粉体(セメントや各種混和材料)を多くし、さらに増粘剤(コンクリートの粘性を増加)や分離低減剤(材料分離抵抗性を高める)と呼ばれる特殊な混和剤を使用した調(配)合により実現されます。高流動コンクリートの特質は、そのコンシステンシー(フレッシュ時の変形や流動性の程度)にあるため、従来のコンクリートのコンシステンシー試験(スランプ試験)ではその評価が困難であるといわれています。そこで、様々な評価試験方法が開発・研究されていますが、現在のところ標準試験方法はまだ定まっていません。

また、高流動コンクリートは、特殊なセメントや多量の粉体、特殊な混和剤を使用しているために、コストが高く、さらに硬化後の品質などについてもいくつか問題点があると指摘されており、現在、各研究機関で検討されています。

建設省では、官民連帯共同研究「高性能・高機能性コンクリートの開発」を平成5から7年度まで実施し、その一環として高流動コンクリートの開発ならびに試験方法や評価基準の確立、ならびに性能評価試験を行っているところです。

これからのコンクリート

コンクリートはどう変わるのか?まず、第一に挙げられるのが、三つの要求性能の向上です。すなわち、現在の普通コンクリートと呼ばれているコンクリートの各種性能の向上化であると考えられます。これは、高性能コンクリートと呼ばれています。現在、コンクリート構造物の寿命は30年とも60年ともいわれていますが、高性能コンクリートは、高品質かつ高寿命(100年以上)が要求されるコンクリート構造物を実現させることができます。ただし、高性能コンクリートが開発されたからといって、普通コンクリートが無くなるというわけではありません。将来は、設計者が様々な性能を持つ数多くの種類のコンクリートの中から、建物の目的に合ったコンクリートを自由に選択できることになるのではないかと考えています。

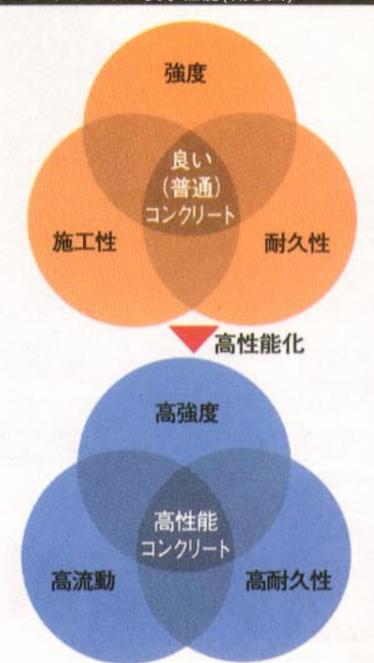
そのためには、コンクリート構造物の強度・耐久性・施工性に関する設計手法の開発や、設計者が必要、コンクリートを自由選択できるシステムや基準の整備が必要であり、これに関してはコンクリート技術者・コンクリート製造者ならびに設計者の間でコンセンサスを得ることが重要であると考えられます。

次に、新素材や新材料を利用したコンクリートやコンクリート構造物などの開発が期待されています。これにより、鉄とコンクリートの組み合わせでは得られなかった性能や付加価値をもつ構造物や建材が製造可能となることから、現在、各方面で研究開発が盛んに行われています。代表的なものとして、短繊維繊維補強セメント系複合材料を利用した建材、打込み型枠、カ-テンウォ-ルや鉄筋代替として連続繊維を使用したコンクリート構造物などがあります。

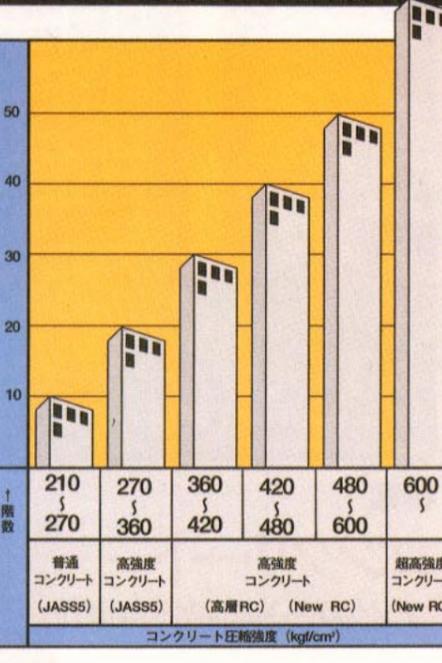
さらに、各種環境下での構造物へのコンクリートの使用等が考えられており、月面コンクリート、大深度地下ならびに海底でのコンクリート構造物に関する研究・開発もすでに始まっているところです。

(担当:鹿毛 忠継、榊田 佳寛)

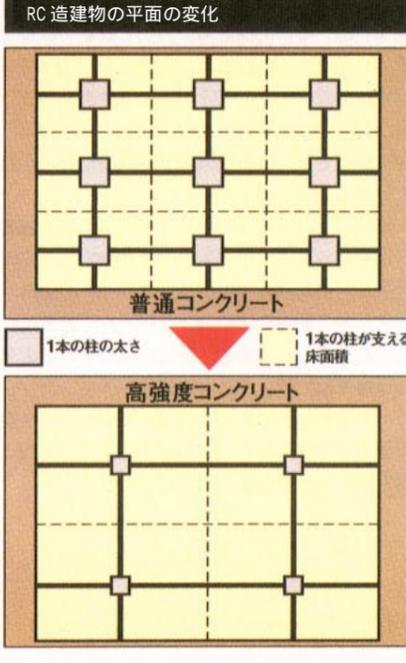
コンクリートの要求性能(概念図)



コンクリートの圧縮強度とRC造建物の階数



コンクリートの高強度化によるRC造建物の平面の変化

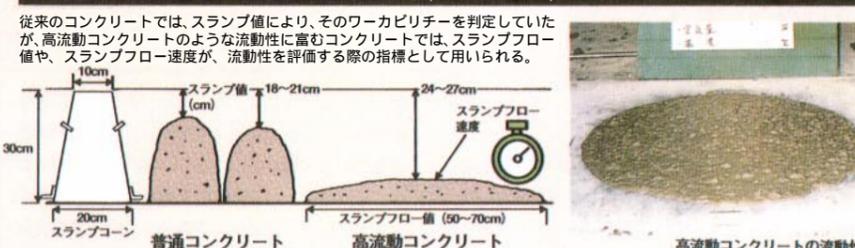


高流動コンクリートのコンシステンシー評価試験方法

試験方法	流	分	間	充
スランプ試験	○	○	○	○
VF試験	○	○	○	○
Lフロー試験*	○	○	○	○
Vロート試験	○	○	○	○
Oロート試験	○	○	○	○
回転翼型試験	○	○	○	○
鉄筋間通過性試験*	○	○	○	○
リング貫入試験	○	○	○	○
L型充填試験	○	○	○	○
ボックス試験	○	○	○	○
過密配筋充填性試験	○	○	○	○

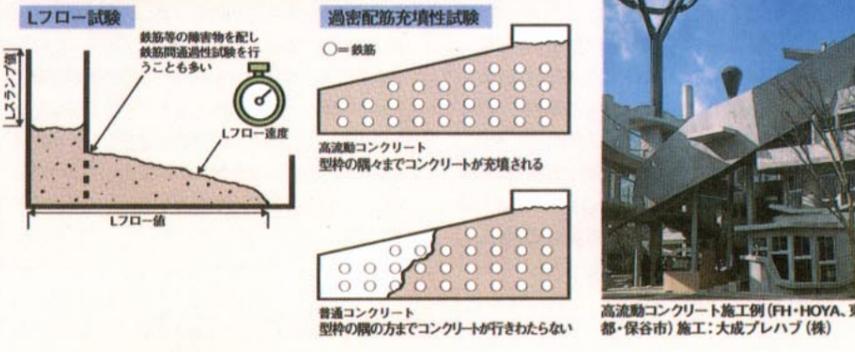
流: 流動性、フレッシュ状態でのコンクリートの変形性
分: 分離抵抗性、構成材料間の質差等によって生じる移動に対する抵抗性
間: 間隙通過性、鉄筋間や型枠間等の間隙の通り易さ
充: 充填性、鉄筋周辺や型枠の隅までコンクリートが充填されること
*: 同時に行われることが多い

コンクリートのコンシステンシー評価試験方法(スランプ試験)



高流動コンクリートの流動性

高流動コンクリートの代表的なコンシステンシー評価試験方法



春季研究発表会(報告)

建築研究所恒例の春季研究発表会が今年5月23日から27日まで開催された。この発表会は原則として研究者全員が過去一年の研究成果を発表するもの。所外からも250名近くの聴講者があった。

また、今年11月9、10日の両日にわたって秋季講演会を開催する予定である。

秋季講演会は、建設省建築研究所における研究成果を広く社会に提供し、利用していただくことを目的として開催するものです。秋季講演会のプログラムなどは決まり次第お知らせいたします。

聴講自由

日時：平成6年11月9日(水)～10日(木)

場所：安田生命ホール

問い合わせ先：建設省建築研究所企画部企画調査課情報管理係

電話：0298-64-2151

科学技術週間における 所内施設一般公開

例年、4月15日から24日まで筑波研究学園都市の研究所の所内施設一般公開が行われている。4月20日に建築研究所の所内施設一般公開が行われ、150名近くの方が参加された。

出版のご案内(近刊)

リサーチペーパー「Structural Design of Stainless Steel Members and Structures」

(福田俊文、山内泰之)

問い合わせ先：(社)建築研究振興協会

(TEL03-3453-1281)

編集後記

今回は、材料関係で特集を組むということとなり、私が担当することとなった。舌を噛まないためにも、特集は自分の専門分野であるコンクリートを選んだ。というより、それ以外の選択の余地はなかった。苦勞した挙げ句、原稿もやっと完成し、提出した。ところが、「コンクリートの専門家でないと、こんな内容は理解できない」「素人には意味不明である」「技術論文みたいだ」と、所内の他分野の研究者の方々からご忠告をいただいた。私としては、そういうことも十分に予想して、なるべく平易な文章、専門的な技術用語の使用等は避けてきたつもりであったが、これは、自分自身の未熟な作文能力のためであると認識し、原稿の修正を行った。ところが、改めて原稿を眺めると、日頃何気なく使用している専門用語の多さにまず驚いた。さらに、専門用語を説明しようとする、その中にまた専門用語が出てくる、といった具合に、数文字で表されている言葉の説明に数行かかるという現象が起きてしまい、専門用語を平易な文章で説明することの難しさに、またまた驚かされたのである。新しい専門用語は、増える一方であり、このことは、「研究」という難解な仕事？から、一般の人々や他分野の研究者の関心を奪う一つの要因となっているような気がしました。このことを、~~ノ~~切を過ぎてしまった言い訳にはしませんが、良い経験をさせていただきました。意味不明の言葉がありましたらご連絡下さい。

(T.K)



Epistula

第5号

平成6年7月1日発行

発行：建設省建築研究所企画部企画調査課

〒305 茨城県つくば市立原1

Tel.0298-64-2151 Fax.0298-64-2989