

1. はじめに

ポーラスコンクリートの用途・特長・技術的課題については、本特集記事および文献1) - 3) に詳しい。ここでは、「研究者の立場から」というテーマで執筆することを許していただいたので、筆者らが大学で進めてきた研究の一端を紹介しながら、ポーラスコンクリート研究の魅力とその可能性について触れてみたい。

2. ポーラスコンクリートの強度—空隙率関係

図1は、ポーラスコンクリートの圧縮強度—空隙率関係の概要を示したもので、図中には適用分野との関係や普通コンクリートとポーラスコンクリートの比較が併示してある。この図だけを見ても、現在では、ポーラスコンクリートにかなり幅広い品質が期待できることが理解できる。我々がポーラスコンクリートの研究を始めた10年ほど前には、「ポーラスコンクリートは強度が出ないから使えない」という話をよく耳にしたものである。この分野の専門の研究者からは、「ポ

ーラスコンクリートの命は、連続空隙にあるのだから強度はさほど重要ではない」という声も聞いた。しかし、強度がほしいという要望がある以上は、これに応え、かつポーラスコンクリートの優れた性能を享受してもらうことができれば、それに越したことはなからう。

では、この図に示した強度—空隙率関係はどのようにして決定するのであろうか。図2⁴⁾は、この問いに対して、いくつかの要因の影響を概念的に示したものである。高性能AE減水剤などを使って水セメント比を下げ、結合材強度を増せば、空隙率を保持したままポーラスコンクリートの強度を増大させることができる。参考に、結合材強度がポーラスコンクリートの強度—空隙率曲線に及ぼす影響の概念図を図3⁴⁾に示しておく。

十分な締固めを行っても強度は増す。ただし、この場合は、空隙率が犠牲になる。ちなみに、われわれの研究によれば、締固めに伴う強度—空隙率関係の変化は、なんと図中のほぼ曲線上を移動する。すなわち、締固め度合いの影響は、結合材量の変化に伴う強度—空隙率関係の変化とほぼ同等なのである。また高強度

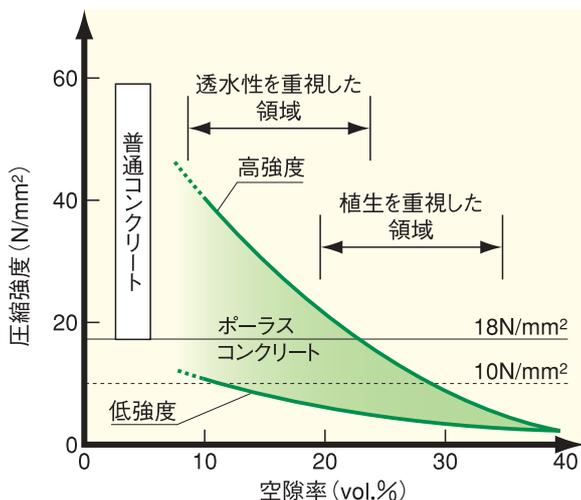


図1 ポーラスコンクリートの機能と空隙率の関係の概念⁴⁾

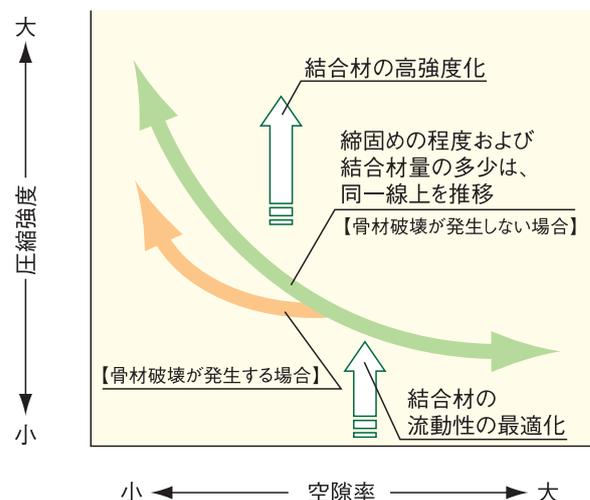


図2 ポーラスコンクリートの圧縮強度—空隙率関係に及ぼす諸要因の影響の概念図⁴⁾

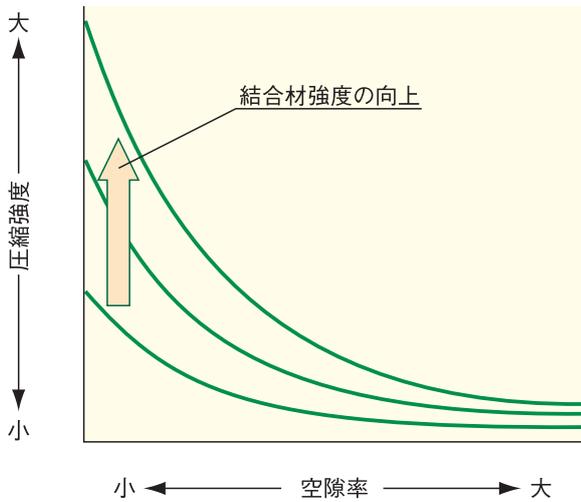


図3 ポーラスコンクリートの圧縮強度—空隙率関係に及ぼす結合材強度の影響⁴⁾

を目指すのであれば、普通コンクリートと同様に、骨材の強度も確保する必要がある。再生骨材や軽量骨材を利用した場合には、それなりに強度の低下を覚悟する必要があるだろう。

以上のように、ポーラスコンクリートの強度—空隙率関係には、いくつかの要因が影響を及ぼす。では、我々は実施したポーラスコンクリートについて、その強度と空隙率を保証できる域に達しているであろうか。イエスと答えるにはまだ準備が足りない気がする。今後、普通コンクリートと同様にポーラスコンクリートが社会で市民権を得るためには、締固め度合いの安定化をはじめ、品質の信頼性を確保することにも更なる努力が必要ではないかと思われる。

3. ポーラスコンクリートの空隙径のバリエーション

表1^{5) 6)}は、ポーラスコンクリートの空隙の大きさ(すなわち、骨材粒径)に着目し、これを、小粒径、中粒径、そして大粒径のポーラスコンクリートに分類したものである。学問的には全領域にわたって連続したものとするのが正しいのであろうが、議論を分かりやすくするために敢えてこの3粒径に分類してある。骨材粒径についていえば、既往の研究のほとんどは、中粒径のポーラスコンクリートについて行われてきた。この範囲のポーラスコンクリートへの要求が大半であろうことは論をまたないが、ポーラスコンクリ

ートというものを幅広く学問的に理解するうえでは、それなりに魅力のある分類表に思える。

表中にも記してあるように、小粒径ポーラスコンクリートは、中粒径ポーラスコンクリートに比べて揚水・保水性能に優れている。また、小粒径の碎石(スクリーニングス)や熔融スラグといった産業廃棄物や副産物の有効な利用先となることが期待できる。一方、大粒径ポーラスコンクリートは、大型海生生物を対象とした漁礁や、木本類の植生基盤などへの応用が想定できる。また、粗骨材としてコンクリートがらを粗割りのままの状態を利用できる可能性があり、これらが実用化できれば、破碎に要するエネルギー消費を削減できるばかりでなく、二次廃棄物(微粉)を発生せず、廃コンクリートのより効率的な活用方法の一つになることが期待できる。なお、これらの利用法には、基本的に「リサイクル材料を有効に利用して環境にやさしいポーラスコンクリートが製造できる」という魅力も備わっていることを付記しておく。

写真1⁵⁾は、大粒径ポーラスコンクリートの用途開発の一例として検討した漁礁ブロックである。コンクリートがら(粒形100~400mm程度)を粗骨材に使用している。三重県の高級食材であるアワビと伊勢エビに住み心地を試してもらったところ、抵抗なく漁礁ブロックに住み着いてくれて、なかなか好評な様子であった(写真2⁵⁾)。彼らには、骨材がバージンであろうが廃棄物であろうがあまり気には留めてないと推測された(ひょっとして、廃棄物の骨材のほうをより好んでくれるということになれば言うことはないのだが)。これに意を強くして、2006年3月に三重県庁と三重大学が共同で伊勢志摩の海にこの漁礁ブロックを70個設置することになった。

写真3~6⁶⁾は、漁礁ブロックの積み込み作業、沈設作業、および海生生物の着生の様子である。沈設9ヵ月後の海底調査の結果、漁礁ブロックの表面に着生した海藻の生育が確認でき、その表面または内部には、アワビ、ナマコ、サザエなど多くの海生生物が生息していた。また、漁礁ブロックの周辺においては、タイやメバルなどの魚が集まっており、一定の集魚能力を有することが確認できた。また、事前に行った大型造波潮流水路での洗掘実験の結果と同様に、潮流や波の作用による漁礁ブロックの転倒や洗掘は認められなかった。