

学生実験における AE コンクリートの理解度に関する考察

遠藤典男* 小林清**

Research of understanding to AE-Concrete on Student Experiments

ENDO H Norio and KOBAYASHI Kiyoshi

Since 1971, AE concrete (Air Entrained concrete) are standardized in JIS, properties of concrete - especially fresh properties - are improving, with the progress of AE-agent. The other side, non-agent concrete have been used to students experiment, and evaluated values of properties of fresh and hardening concrete in our subject.

In this research, considering AE concrete circulation, and applied AE concrete to construction works, verified understanding of students.

キーワード: AE コンクリート, 配合設計, スランプ試験, 空気量

1. はじめに

昭和 46 年に AE コンクリート (air entrained concrete) の JIS 化がなされて以来, コンクリートの品質-特にまだ固まらないフレッシュ性状-は, AE 剤 (AE: air entraining agent, 界面活性剤の一種) の品質向上とあいまって著しく向上している。ここで, AE コンクリートとは AE 剤をコンクリートに混入することで, コンクリート中の微細な空隙量 (entrained air) を増加させると共に, 著しくフレッシュ性状を向上させることができる混和剤の一種である。コンクリート練り混ぜ量に比し, 非常にわずかな分量の AE 剤を混入するだけで, フレッシュ性状変化をさせることができるため, 配合設計の際に他のコンクリート構成成分の構成比に影響を及ぼすことない。このため, 近年のコンクリート生産に際しては, AE コンクリート, あるいは種々な混和剤を混入したコンクリートが世界的に広く流通している。さらに, ポンプ打設を中心とする機械施工の進展に伴い, 多種多様な要求をされるようになったコンクリートのフレッシュ性状を, AE 剤, および AE 剤と他の化学混和剤を同時に用いることにより, 満足であることができるようになっている。

一方, 本校環境都市工学科 4 年生で履修する材料

実験では昨年までは, 混和剤を一切使用しないコンクリート (以下無混和剤コンクリートと記す) の練り混ぜを行い, フレッシュ性状および硬化性状の実験を行っていた。このため, 厳密な意味で, 水セメント比に対する空気量, スランプ, および圧縮, 引張, 曲げ強度に対する実験が現状のコンクリートにそぐわない実験であると感じていた。前述したように AE コンクリートが一般に広く流通している現在, 建設工事に適用される AE コンクリートのフレッシュ性状, および混和剤の性能に対する検証を学生実験で行う必要性を以前より感じていた。またコンクリート材料に対する授業は, 3 年時の材料学の時間に取り扱っているが, 広くレディミックスコンクリートが流通している現状から, 教科書においても AE コンクリートに関する記述を標準としている。さらに, 材料学担当者と材料実験担当者が同一となった最初の学年の学生であることも考慮し, 学生に AE コンクリートに触れさせる必要性, および授業で取り扱う内容と実験で検証する内容の整合を考える意味でも, 平成 16 年度より学生実験で AE コンクリートを対象とすることとした。

このため, 配合設計, AE コンクリートおよび AE 剤, 細骨材の表面水率, およびコンクリートに要求される条件の主要因たるスランプ・空気量・圧縮強度に関するアンケート調査を実施し, 対象学生の理解度検証を試みた。

* 環境都市工学科助教授

** 技術室第 2 技術班

原稿受付 2005 年 5 月 20 日

2. 材料実験の概要および変更点

まず、3年時の材料学の授業でセメント、骨材、および配合設計、施工打設に対する概説を行うが、コンクリート流通に関する現状を鑑み、配合設計に関してはAEコンクリートに関する記述のみとなっている。次に4年時に開講している材料実験では、セメントに対する実験、骨材に対する実験を行った後、コンクリートの空気量とスランプ測定を行う。この後、実験スケジュールの都合上、6週間から8週間は他の実験を実施した後—この間の課題として、先に行った実験で得られたにセメントと骨材の物理諸量を用いて配合設計を行い、レポートとして提出し、班員代表者の配合設計に基づいたコンクリートの打設を行い、翌週に硬化後の各種強度試験を行っている。なお、平成15年度までは空気量、スランプ測定の実験、および各種強度試験を行う際には、全て無混和剤コンクリートを使用していた。ここで、無混和剤コンクリートにおいて、通常適用されている50%前後の水セメント比—配合設計時に仮定する圧縮強度から算出される水セメント比および単位水量—では非常に硬いコンクリート（硬練コンクリート）となり、目的とする空気量、スランプの測定が困難である。このため、細骨材の表面水率を増加させることにより—当然、強度から推定される水セメント比および単位水量とは異なる値となるが—、フレッシュ性状をある程度改善し対処してきた。

平成16年度の材料実験においては、空気量およびスランプのみを測定する実験では、実験時に練り混ぜたコンクリートの流動性を確認するのみであるため、ある程度の流動性が得られれば、実質的な実験の遂行には多大な影響を及ぼすことはないと考え、細骨材の表面水率増加を増加させたことを十分に説明した後、従前の無混和剤コンクリートを用いた実験を行った。一方、強度試験をする際には、強度仮定より算出される水セメント比および単位水量を忠実に計量し、硬化後の強度試験との相関を考察する必要があり、この点に関して従前の実験方法では十分な考察を行うことが難しいと考え、AEコンクリートを適用した。AE剤の混和量は単位水量の1%を目安とし、練り混ぜ後の性情を見極めた後、流動性が小さい場合に、僅かなAE剤を混入し流動性の調整を計った。これにより、無混和剤コンクリートとAEコンクリート双方を実験で取り扱うことによる両者の相違、およびAE剤がコンクリートの流動性に与える影響などを総合的に理解できているか否かを検証すべく表1に示すアンケートを実施した。

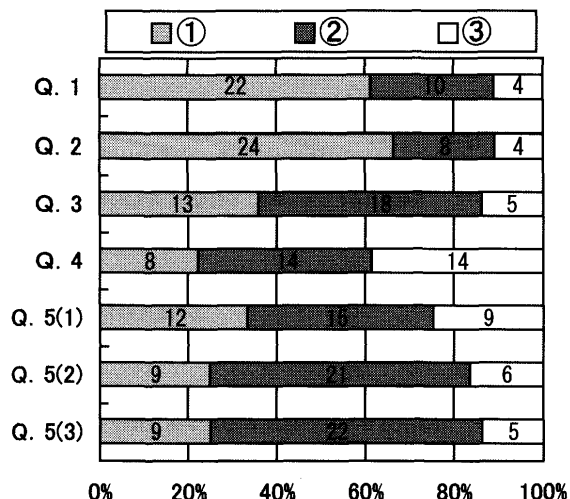


図1 アンケート結果

3. アンケート結果に対する考察

図1に、表1に示すアンケートを実施した結果を示す。アンケート回収は強度試験実施直後に回収した。また、平成16年度環境都市工学科4年生36名（休学者2名を除く全学生）から回答を得た。

アンケートの最初には、先に述べたように無混和剤コンクリートを取り扱った場合には細骨材の表面水率を増加させた旨を明記すると共に、口頭による説明も行っている。

以下にアンケート項目に従い考察をしてゆく。

Q. 1, Q. 2に関しては6割を超える学生が肯定的な意見を述べている。無混和剤コンクリートとAEコンクリート、双方を実際に練り混ぜしているため、多くの学生が相違について実感できたものと考えられる。なお、Q. 1とQ. 2は同じような表現になってしまし、Q. 1では触感や色、粘性等を意図した質問であり、Q. 2はワーカビリティを種とするフレッシュ性情に関することを意図したつもりであったが、ほぼ同一の質問と捉え回答したと感じられる。

Q. 3に関しては無混和剤コンクリート練り混ぜ時の細骨材表面水率の補正について、実験前、アンケート用紙の初頭、およびアンケート実施前に十分説明を行っていたが、無混和剤コンクリートの練り混ぜからアンケート実施時までの期間が長すぎたことが、十分な理解が定着できなかった要因であると考えられる。

Q. 4に関しては配合設計についてであるが、容易もしくはどちらともいえないとの結果が6割を超え、3年時の材料学、および4年次の材料実験で繰り返

表 1 AEコンクリート理解度に関するアンケート

材料実験アンケート

4C 番 氏名 _____

スランプ値と空気量のみを測定した実験では、AE剤を混入しないため目標とするスランプ値を実現させるため細骨材の表面水率（7%程度の表面水率としていました）を増加させ実験していました。

Q1. 今回 AE 剤を混入した場合のコンクリートとの相違が判別できましたか？

①判別できた ②どちらともいえない ③判別できない

Q2. AE 剤を配合した場合のコンクリートと配合しない場合のコンクリートのフレッシュ性情—特にスランプ試験—について相違が分かりましたか？

①分かった ②どちらともいえない ③分からない

Q3. 細骨材の表面水率がフレッシュコンクリートに与える影響について理解できましたか？

①理解できた ②どちらともいえない ③理解できない

Q4. AE 剤を配合した場合のコンクリートの配合設計は難しかったですか？

①簡単だった ②どちらともいえない ③難しかった

Q5. AE 剤を配合することにより第 2 バッチ, 第 3 バッチ・・・と順次修正を行い, 示方配合により決められた所定の 1) スランプ値を, 2) 空気量を, 3) 圧縮強度を, 実現できそうですか？

1) スランプ値に関しては

①達成できそう ②どちらともいえない ③達成できそうもない

2) 空気量に関しては

①達成できそう ②どちらともいえない ③達成できそうもない

3) 圧縮強度に関しては

①達成できそう ②どちらともいえない ③達成できそうもない

Q6. 種々の混和剤を混入したコンクリートは, 現在世界的な流れとなっていますが今回の実験を通じてこの点に関し, どのように思いましたか.

Q7. その他, 混和剤を入れることによりフレッシュコンクリートの性情について気がついたことがありましたら以下に記入してください.

し配合設計に関する定期試験の問題とレポートにより、理解が定着できたと考えられる。

Q. 5に関しては、配合設計の際仮定する1) スランプ, 2) 空気量, 3) 圧縮強度に関する質問であり、いずれの質問に対しても20~30%程度の学生が肯定的な答え(①を選択)が得られたのみであった。ただし、質問2), 3)に比し、1)のワーカビリティに関しては最も肯定的な答えが多かった。これは、流動性が不十分な場合には、AE剤を僅かに添加することで、著しい変化を経験したため、このような結果が得られたのではないかと考えられる。また、打設後1週間で強度試験(7日強度)を行っているが、配合設計で仮定した圧縮強度は28日強度であり、相違を十分理解せずアンケートに答えたことによる、質問者と回答者の認識のずれも感じられる。一方、10~20%程度の学生が否定的(③を選択)な答えが得られ、半数以上の学生がどちらともいえない(②を選択)と答えている。これは、質問に入る前、第2パッチ、第3パッチ等の順次修正に関する質問の意味が、十分に理解できないことが最も大きな理由ではないかと思われる。一般に行われる“試し練り”の概念に対する説明を、授業においても実験においても僅かに触れる程度であったことが原因しているのではないか。また、1回の練り混ぜ経験で、配合で仮定した値まで近づけることへの不安もあり、②どちらともいえないを選択した学生が多かったとも思われる。

最後に、Q. 6, Q. 7に関する主だったものを列挙すると以下ようになる。

Q. 6に関して

・コンクリートへ混和剤を混入することが世界的な流れであれば、材料実験でも混和剤を使用したほうが良い。

・海外で使用されている混和剤が、地域にあったコンクリートになっているか疑問である。

・施工条件に応じて、混和剤を使い分けられるなら便利だと思う。

・種々な条件に合わせて混和剤を使用することにより経済的になると思う。

・混和剤の混入により強度もワーカビリティも向上してよいが、コストがかさむのでは?

・混和剤の特性をよく理解する必要がある。

Q. 7に関して

・混和剤を微量しただけで性情が急変したため、分量のコントロールが難しいと思った。

・空気量を測定した結果、AE剤を入れないコンクリートに比し、空気量が非常に増えて驚いた。

4. おわりに

平成16年度、環境都市工学科の材料実験で初めてAEコンクリートを使用した実験を行った。学生の実験およびAEコンクリートに対する反応は概ね良好であった。しかしながら、アンケート調査により、授業と実験で取り上げなければならない事項、あるいは現在広く流通しているAEコンクリートに技術者として接する際、必要とされる種々な技量が多少なりとも浮き彫りになったと思われる。授業と学生実験で、その全てをカバーすることは不可能であるが、より多くの教養と経験を積むべく、今後とも授業と実験、双方の内容に対する創意工夫を考えて行きたい。

参 考 文 献

- 1) 三浦尚：土木材料学(改訂版)，2000。
- 2) 土木学会編：土木材料実験指導書，2003。