

工学博士國分正胤君の「混和材料の複合がコンクリートの ワーカビリティ・耐久性・強度に及ぼす影響に関する研究」 に対する授賞審査要旨

コンクリートの備えるべき品質ワーカビリティ（均質性の尺度）・耐久性・強度等は、混和材料の複合により著しく変化する。國分君は混和材料の開発当初からその将来性に着目し、その複合効果を研究し、今日の高性能コンクリート技術を導いた。

混和材料を加えてコンクリートの品質を向上させる技術が開発された当初（一九四〇年代後半）、國分君は各種界面活性剤系混和剤（A E 剤^(注1)）の複合効果を実験的に研究し、導入された空気泡の量が同じであれば複合効果は同じであること、即ち、界面活性剤系混和剤の複合効果は導入される空気泡によるものであることを定量的に実証した。

次いで、特に優れた性能を有するA E 減水剤^(注2)（陰イオン界面活性剤及びA E 剤）については、その複合機構から考察して骨材最大寸法の小なるほど大なる空気量及び単位水量を要する、との結論を導き、具体的な配合基準を作成した。この基準は二〇〇〇個に及ぶ供試体の試験結果をまとめた労作の結果であって、土木学会コンクリート標準示方書に採用され、我が国の混和剤配合の基礎となっている。A E 減水剤及びA E 剤の活用はコンクリートにおける画期的な技術革新であり、國分君はその基礎を与え、今日における高性能減水剤の活用を導いた。

一九五〇年代から巨大コンクリートダム建設が盛んになったが、ダムの内部にセメントの水和熱が蓄積され高い温度応力が発生する。この場合、セメントの一部をフライアッシュ（ボゾラン系混和材）で置き換えて混和すると、硬化熱が減じ温度応力が下がり、ひびわれ発生の虞れが少なくなり、更にワーカビリティも改善される。

國分君とそのグループは、フライアッシュ^{注①}の混和が水密性及び強度に及ぼす影響について研究し、それが長期にわたって増進し続ける理由を世界に先がけて電子顕微鏡を用い物理的に明らかにした。即ち、コンクリートの練り混ぜ中に厚さ $0.5 \sim 1 \mu$ の水膜がフライアッシュ粒の表面に付着し、この層はコンクリートの打込み後も境界層として残り、ボゾラン反応の進行につれて、その内部に反応生成物が沈積されるのである。この理論は、国際セメント化学シンポジウムの招待講演に於て発表され、フライアッシュの複合機構を説明したものととして多大の感銘を与えた。

國分君は、フライアッシュをダムのコンクリートに活用するための混和機構の研究を開始したが、A Eコンクリートの場合には、非常な難点のあることが明らかになった。即ち、これに含まれる未燃焼の炭素がA E剤を吸着し、導入空気量が変わりコンクリートの品質が不均一となるのである。國分君はこの問題を説明するために、フライアッシュに加水してペーストとすることと、それを骨材に混和することについての基礎研究を行った。

その結果、ペーストにすれば空気量が著しく均一になること、ペーストを激しく攪拌すれば凝集しているフライアッシュ群がほぐされて粒子が分散され、粒子の周りに水膜が行き互り、コンクリートの均質性及び耐久性が著しく増進されること、等が明らかになった。

國分君はこの成果に基づき、フライアッシュを粉末のまま混和する従来の工法を改め、加水してペーストとして貯

蔵しこれを極めて激しく攪拌して用いる二段階練り混ぜ工法を創案し、安定した品質のコンクリートを得ることに成功した。これはダム建設技術に画期的進歩を促した。

國分君は一九七四年以来コンクリートダム合理化施工委員会委員長として、向上した品質のコンクリートにはそれにふさわしい建設方法がある筈だ、との発想から、品質と打込み方法の両面からみて合理的な巨大ダムの建設方法を研究し、画期的な方法として RCD 工法を、^{注(4)}一九八四年の国際大ダム会議に発表した。これは超硬練りコンクリートを振動ローラーで締固める工法で、まだ固まらないコンクリートの時期にも振動ローラーの運転が可能であると共に、締固めができる流動性も備えていることを必要とするものである。これは、フライアッシュの特性及び A E 減水剤を巧妙に利用してコンクリートの凝結を遅延させると共に、硬化に伴う温度応力に関する精密な理論を展開することによって、実現可能となったのである。現在既に十一基の大ダムがこの工法により竣功または建設中である。この成果は、他の長大コンクリート構造物にも適用できる著しい技術革新として国際的に高い評価を受け、将来の発展が期待される。

更に國分君は、一九六一年以来合計七五個の混和材料を用いたコンクリートの大型供試体を厳しい寒気の自然状態に曝露し、定期的に動弾性係数その他の測定を続けている。既に二十八年を経過し、その耐久性が確認されている。他に例の無い長期にわたるこの研究は、現在の土木工学を支える基礎研究として国際的にも高く評価されている。

以上の業績は、内外から高く評価され、国際構造工学会の International Award of Merit in Structural Engineering を始め多くの賞を受けている。また米国コンクリート学会名誉会員に推挙され、国際構造工学会では一九八

三〇一九八九年の間、副会長をつとめた。

以上のように同君の混和材料の複合に関する研究は、コンクリート工学上、数々の技術革新を促したもので、高く評価すべき業績であると認められる。

注(1) AE剤 (Air-entraining agent)

界面活性剤の一種で、コンクリート中に微小空気を分布させその品質を向上させる混和剤。(例) ビンゾール・ダレックス。

注(2) AE減水剤 (Water-reducing admixture)

陰イオン界面活性剤にAE剤を添加したもので、集塊状になっているセメント粒をイオンによって分散し、各粒子の周りに水膜をゆき回らせる。なお、微小空気泡も発生させるものである。(例) ポゾリス。

注(3) フライアッシュ (Fly ash)

ボイラー中で微粉炭を燃焼させる際、不燃部分は溶融状態で浮遊し、これが低温の煙道に導かれ固化して灰となるが、これを集じん器で採取し分級処理して得られたもので、ダムに利用されるものは高度なJIS合格品に限られている。

注(4) RCD工法 (Roller Compacted Dam-concrete Method)

従来工法より格段に広い範囲に敷き均したダムコンクリートを、振動ローラーで締固める工法で、経済的な急速・安全施工に特徴がある。

I、主要論文

1. 國分正胤 『各種AE剤の使用方法に関する研究』土木学会論文集、第23号、昭和30年2月(1955)
2. 國分正胤、河原友純、太齋宗一 『各種フライアッシュの共通試験報告』土木学会論文集、第68号・別冊(1-1)、昭和35年5月(1960)

3. 國分正胤, 三村通精, 上野 勇, 細谷浩正 『ペーストによるフライアッシュの使用に関する研究』 土木学会論文集, 第71号・別冊 (4-3), 昭和35年12月 (1960)
4. KOKUBU, M., YOSHIDA, H., MATSUI, M., KADOWAKI, Y. and YAMAZAKI, K. "Investigation on Execution of Concrete-lining in Hot Temperature Tunnel", Cement Association of Japan Review (1962).
5. KOKUBU, M. "Mass Concrete Practices in Japan", American Concrete Institute, Special Publication SP-6 (1963).
6. KOKUBU, M., YOSHIKOSHI, M., TASHIRO, N. and OHASHI, K. "Design of Concrete Mixtures Using Fly Ash in Various Types of Large Dams", Transactions of 8th International Congress on Large Dams (1964).
7. KOKUBU, M., OHASHI, K., TAKEI, S., KANAOKA, A. and MURATA, S. "Examples of Deterioration from Frost Damage of Surfaces of Concrete Dams", Transactions of 9th International Congress on Large Dams (1967).
8. KOKUBU, M. "Actual-Situation Tests of Dam Concrete", Written contribution in connection with Q. No. 34, Transactions of the 9th ICOLD Congress, Vol. VI (1967).
9. KOKUBU, M. and KOBAYASHI, M. "Influence of Various Air-entraining Admixtures and Water-reducing Admixtures on the Properties of Concrete", RILEM International Symposium (1967).
10. KOKUBU, M. "Fly Ash and Fly Ash Cement", Principal Paper, 5th International Symposium on Chemistry of Cement (1968).
11. KOKUBU, M. and OKAMURA, H. "Fatigue Behavior of High Strength Deformed Bars in Rein-

- forced Concrete Bridges", American Concrete Institute, Special Publication SP-23 (1969).
12. KOKUBU, M. and KOBAYASHI, M. "On Methods of Testing Durability of Concrete", RILEM International Symposium on Durability of Concrete (1969).
 13. KOKUBU, M. "Carbonation of Concrete Correlation with the Corrosion of Reinforcement in Fly Ash Concrete", RILEM Symposium on Durability of Concrete (1969).
 14. KOKUBU, M., GOTO, Y., OZAKA, Y., OKAMURA, H. and MOMOSHIMA, S. "Measurements of Creep and Shrinkage in Actual Prestressed Concrete Bridges", IABSE Symposium, Madrid (1970).
 15. KOKUBU, M. and OKAMURA, H. "Magnitude of Creep and Shrinkage for Design of Light-Weight Concrete Structures", IABSE Symposium, Madrid (1970).
 16. KOKUBU, M. and OKAMURA, H. "Use of Large-sized Deformed Bars in Reinforced Concrete", Journal of Faculty of Engineering, Univ. of Tokyo (B), Vol. 31, No. 3 (1972).
 17. KOKUBU, M. "Adaptability of Precast Block System in Prestressed Concrete Bridges", 9th Congress of IABSE, Amsterdam (1972).
 18. KOKUBU, M. "Deflections of Prestressed Concrete Bridges in Japan", Magazine of Concrete Research (September 1972).
 19. KOKUBU, M. "Use of Expansive Components for Concrete in Japan", American Concrete Institute, Special Publication SP-38 (1972).
 20. KOKUBU, M. and YAMADA, H. "Fly Ash Cement", Principal Paper, 6th International Symposium on Chemistry of Cement (1974).
 21. KOKUBU, M. and OKAMURA, H. "Influence of Surface Configurations of Reinforcement on Bond

- between Concrete and Reinforcement", Composite Materials & Structures, Vol. 3, No. 4 (1974).
22. KOKUBU, M. "Developments in Manufacture and Assembly", Introductory Report, 10th Congress of IABSE, Tokyo (1976).
 23. KOKUBU, M. "Contribution to Energy Conservation of Admixtures in Materials for Structural Concrete", Proceedings, International Conference on Materials of Construction for Developing Countries, Bangkok (1978).
 24. KOKUBU, M. "Energy and Resources Conservation in Concrete Technology in Japan", Japan Society of Civil Engineers (1980).
 25. KOKUBU, M. "Development in Japan of Concrete Dam Construction by the RCD Method", Technical Lecture, 52nd Executive Meeting, ICOLD, Tokyo (1984).
 26. KOKUBU, M., SHIMIZU, S. and JOJIMA, S. "Present State and Problems of Rationalized Construction of Concrete Dams in Japan", Transactions of 15th Congress of ICOLD, Lausanne (1985).
 27. KOKUBU, M. and NAGATAKI, S. "Carbonation of Concrete with Fly Ash and Corrosion of Reinforcements in 20-Years Tests", Proceedings, 3rd International Conference on Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzolans in Concrete, Trondheim (1989).

他参考文献

II、主要参考文献

コンクリートの配合の設計
土木工学ハンドブック(分担)

日本セメント技術協会
土木学会

コンクリート工学ハンドブック（分担）

土木材料実験（代表者）

昭和42年制定コンクリート標準示方書（代表者）

昭和49年制定コンクリート標準示方書（代表者）

コンクリート便覧（代表者）

昭和53年制定プレストレストコンクリート標準示方書（代表者）

朝倉書店

技報堂

土木学会

土木学会

日本コンクリート工学協会

土木学会