活動レポート

RILEM TC 225-SAP
（超吸水性ポリマーのコンクリートへの利用）紹介

ドレスデン工科大学建設材料研究所　教授 Viktor Mechtcherine

Prof. Dr. Viktor Mechtcherine, TU Dresden, Institute of Construction Materials, Dresden, Germany

1. 新しい混和材料としてのSAPの利用

超吸水性ポリマー（SAP）はコンクリートの品質をさまざまな手段によって改良することのできる新しいタイプの混和材です。近年この材料に関する研究者の興味が高まりつつあることから、その最新の情報交換のために、RILEM Technical Committee 225-SAP “Application of Superabsorbent Polymers in Concrete Construction”を2007年に発足させました。本TCでは、この材料に関する利用技術の現状を取りまとめるとともに、関連する論文を整理することによって、今後の研究の礎を築くことを目的としております。特にこれまでの委員会活動にて、アクリル酸とアクリルアミドからなる共有結合架橋ポリマーがコンクリートに適する素材であることを明らかにしたのは貴重な成果であると考えております。

SAPはポリマー自体に多量の水分を含むことができ、打設時、凝結時および硬化時のコンクリート中の水量を制御するために使用することが可能です。この特性により、コンクリートの自己乾燥を低減するための内部養生やショットクリートの凝結促進剤代替など、この混和材は従来にはない多様な用途に展開できると期待されています。一方、SAPはそれ自体が乾燥した後には空隙となるため、この特性によって、硬化コンクリート中に安定した空隙を導入させて凍結融解抵抗性を向上させるだけでなく、繊維補強コンクリートの靭性を高めるための微細空隙の意図的な導入を行うことも可能であります。

2. コンクリートの内部養生に関する技術の現状

ハイパフォーマンスコンクリート（HPC）は、一般に低水セメント比であるために水和反応時の自己乾燥によって生じる自己収縮によって、潜在的にひび割れが発生する危険性を有しています。打設後数日程度であっても自己収縮による応力は相応のレベルの大きさとなり、コンクリートはひび割れに至ることもあります。乾燥収縮とは異なり、HPCの自己収縮は外部から水分を供給しても、これを著しく低減することはできません。この問題の一つの解決手段として、SAPをコンクリート中に分散させてコンクリートのフレッシュ時に水分を吸収させ、小さな水分貯蔵タンクとして内部養生機能を付与させる方法が挙げられます（図1参照）。世界で初めてのSAP混入HPCの事例は、ドイツカイザースラウテルンで建設されたスレンダーなプレキャスト製パビリオンであります（図2）。ドレスデン工科大学が行った最近の試験結果によりますと、SAPはHPCだけでなく普通コンクリートのプラスティック収縮も低減することが明らかとなっております。

3. 凍害に対する安定気泡導入システム

通常のコンクリートにSAPを適用しようとするもう一つの意欲的な試みとして、コンクリートの耐久性を改善するための空隙構造システ

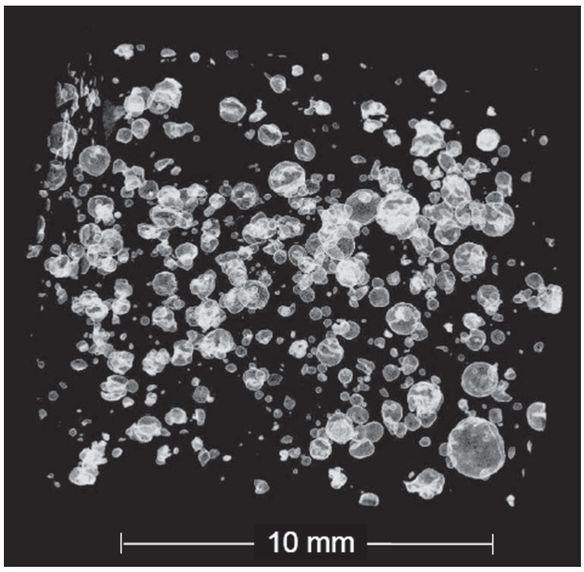

図1　硬化コンクリート中のSAPの分散状況のCT 画像

図2　世界初のSAP混入HPC構造物（パビリオン、カイザースラウテルン　ドイツ、2006 FIFA World Cupのために建設）

1108_122-126_活動レポート.indd　122　2011/07/21　10:05:19

ムの設計が挙げられます。コンクリートの凍害抵抗性を向上させるためには、一般にAE剤が用いられ、微細な空気泡を連行することが行われます。しかし、他の混和剤やコンクリートのワーカビリティー、温度や打設方法などによっては、硬化コンクリート中に適切な径の気泡を均一に安定的に分散させることが困難な場合もございます。このような場合にSAPを添加すれば、寸法と分散性が容易に制御でき、かつ挙動が安定している空隙システムを導入することが可能となります。吸水されていた水をマトリクスに放出した後でも、SAPは図1に見られるような球形を維持したまま微細な気泡のように振る舞います。このSAPが凍結融解抵抗性に及ぼす効果については文献［3］に紹介されています。また、文献［4］では、高靭性短繊維補強コンクリートにSAPを添加することによって凍結融解抵抗性が向上したことが報告されています。SAPにより、もともと高性能であったコンクリートに、さらに新たな機能を付加することができるのです。SAPは微細空隙の形成によって、繊維の機能を活性化する役割も果たします。さらに内部養生効果により、コンクリートの自己治癒にも効果的であると考えられます。

その他の適用

その他の非常に興味深い適用については、RILEM TC 225-SAPの技術の現状において紹介されていますので、そちらを参照してください［1］。

SUPERABSORBENT POLYMERS IN CONCRETE CONSTRUCTION

Prof. Dr. Viktor Mechtcherine, TU Dresden, Institute of Construction Materials, Dresden, Germany

SUPERABSORBENTS AS A NEW CONCRETE ADDITIVE

Superabsorbent polymers (SAPs) are a new type of additive that can contribute to improving the properties of concrete in many ways. The increasing interest in the use of SAP as a concrete additive and the need for intensive scientific exchange among research groups led in 2007 to the initiation of the RILEM Technical Committee 225-SAP "Application of Superabsorbent Polymers in Concrete Construction". This committee prepared a State-of-the-Art Report which summarizes the available information and knowledge in the area and provides as well a solid basis and a good reference for further research [1].

Particularly well suited to applications in concrete construction are covalent crosslinked copolymers consisting of acrylic acid and acrylamide. SAPs can be used to regulate the water content of the concrete in a targeted fashion during pouring, setting and hardening. This gives rise to various possible applications, for example as agents for the internal curing of concrete or for substituting shotcrete setting accelerators. SAPs also enable the formation of steady void systems in hardened concrete, which improves its frost resistance but also introduces micro-defects into the matrix that increase the ductility of fiber-reinforced concrete.

INTERNAL CURING OF CONCRETE State-of-the-art

High-performance concretes have a significant damage potential caused by autogenous shrinkage, which is due to their low water/binder ratios and the associated "self-desiccation" process. Even during the first few days after pouring, autogenous shrinkage may lead to high restraint stresses and thus crack formation in the concrete. Unlike drying shrinkage, autogenous shrinkage cannot be reduced significantly by external curing processes. One possible solution to this problem is internal curing triggered by inserting fine SAP particles that serve as small water reservoirs evenly distributed across the concrete volume when they have absorbed the water from the fresh concrete (Figure 1). The first built example in the world using SAP-modified high-performance concrete is a pavilion consisting of slender precast elements that was constructed in Kaiserslautern [2], see Figure 2. Tests recently carried out at Dresden University of Technology demonstrated that the addition of SAPs can also reduce the plastic shrinkage of both high-performance and conventional concrete.

STEADY VOID SYSTEMS FOR INCREASED FROST RESISTANCE

Another challenge that modern concrete technology is facing is the specific design of the void structure in order to improve or optimize durability. To increase the frost resistance of concrete, air-entraining agents are used during the mixing process to create fine spherical voids. Such a void system is, however, often unstable depending on the type of plasticizer, concrete workability, temperature and pouring method so that a uniform distribution of air voids and the void size in the hardened concrete are extremely difficult to ensure. This problem can be resolved by adding SAP particles whose size and distribution are easy to control and whose behaviour is very stable. After water release to the matrix, SAP particles create spherical voids (see Figure 1) that act similarly to fine air voids. The positive effect of adding SAPs on the freeze-thaw resistance of normal concrete was demonstrated in [3]. Reference [4] described the increase in the freeze-thaw resistance of highly ductile short-fiber reinforced concrete. SAP was shown to fulfil additional functions in this material. SAPs are involved in implementing specific micro-defects in the material structure that contribute to activating fiber action. Moreover, the internal curing process supports the self-healing of concrete.

OTHER FIELDS OF APPLICATION

Several other, very interesting applications for SAPs in concrete construction are listed in the forthcoming State-of-the-Art Report of the RILEM TC 225-SAP Technical Committee [1].

あとがき

本原稿は、金沢大学大学院五十嵐心一教授の仲介によって寄稿されたTC Chairman Viktor Mechtcherine教授の原稿を翻訳したものである。

RILEM小委員会

REFERENCES

[1] Mechtcherine, V., Reinhardt, H.-W. (Eds.): Application of superabsorbent polymers in concrete construction, State-of-the-Art Report of the RILEM TC 225-SAP, Springer, 2011, in print.

[2] Dudziak, L., Mechtcherine, V.: Mitigation of volume changes of ultra-high performance concrete (UHPC) by using super absorbent polymers, In：E. Fehling, M. Schmidt, S. Stürwald (Eds.), Ultra High Performance Concrete (UHPC) – Second International Symposium on Ultra High Performance Concrete, Kassel University Press, Kassel, 2008, p. 425-432.

[3] Reinhardt, H.-W., Mönnig, S.: An additive for increasing the

1108_122-126_活動レポート.indd 123 2011/07/21 10:05:19

freeze-thawing resistance of ordinary and high-performance concrete, Concrete Plant International (2008), S. 70-80.
[4] Brüdern, A.-E., Mechtcherine, V.: Multifunctional use of SAP in strain-hardening cement-based composites, In: Proceedings of International RILEM Conference on Use of Superabsorbent Polymers and Other New Additives in Concrete, Lyngby (DK), 15-18 August 2010, p. 11-22.

EDRA42 2011, Chicago 国際会議におけるシンポジウム：Human Interaction, Design, and Use of Space in a Densely Populated Culture

建築計画委員会 計画基礎運営委員会 環境行動小委員会
MERA（人間－環境学会）共催

日時：2011年5月27日（金）16:00～17:30（現地時間）
会場：アメリカ合衆国イリノイ州シカゴ市
パーマーハウスヒルトンホテル　*GRANT PARK Room*
司会：大野隆造（東京工業大学）、横山ゆりか（東京大学）

1. 主旨説明

本シンポジウムは建築計画委員会の計画基礎運営委員会傘下にある環境行動研究小委員会が、MERA（人間－環境学会）と共同で、アメリカ合衆国で毎年行われる国際会議EDRAに提案し、このたびシカゴで行われたEDRA42大会において開催した企画である。

まず大野隆造氏（東京工業大学）より主旨説明が行われた。西欧ではあまりないが日本など異なる文化でよく見られる行動や現象についての事例研究の発表を通して、西欧文化に由来しない新たな見方や概念についての議論を刺激し、より広範な文化を含む環境行動研究の理論の進化に貢献することを目指しているとの主旨が述べられた。

2. 講演

Reconsideration of “YUKAZA” – Japanese Traditional Way of Living –

Dr. Hiroko MIZUMURA, Toyo University

この発表では、生活行為が稠密に集積する空間として「床座」を取り上げ、その存在意義について再考した。冒頭ではまず、わが国の伝統的な起居様式である「床座」が、一居室において多様な生活行為が集積するのを可能にした一方、日本の住宅の近代化の過程でそのような特徴が否定的にとらえられてきた状況が説明された。そして既往文献より、近年の起居様式は、最多が「椅子座」次いで「椅子座と床座の折衷様式」三番目が「床座」である一方、「椅子座」を導入した後に「床座」へ回帰するケースが多数存在する状況を報じ、さらには高齢者施設や災害時の避難所での床座の導入状況など、日本の生活において、「床座」が依然として重要な意義を持つことが指摘された。

後半では、若い世代の「床座観」を取り上げ、アンケート調査より「床座のある家」と「床座の無い家」とに暮らす若者の床座観の相違に関する考察結果が報告された。報告では、住宅事情に関わらず、「床座」は居心地の良い空間としてとらえられていること、「床座の無い家」に暮らす者の方が「床座」を伝統的かつ正統な空間としてとらえていること、全体的に「床座」の存続については床の間を持つ正統的な床座空間の消失が予期される一方、畳の敷かれた空間の存続は望まれていること、などの点が明示された。

そして以上より、その快適性および独自性から「床座」の意義をとらえなおし、新たな「床座」空間を創出する必要性が提案された。

Negotiation of Personal Space around Communication －Electronic Device Users in Crowded Public Spaces

Dr. Shunsuke ITOH, Tokyo Denki University

公共空間での携帯電話使用は多くの国で社会問題となっている。この発表では特に、電車内での携帯電話使用にみられる行動様式を例として、混雑した状況における空間調整の文化性を考察した。まず日本の都市部でしばしば観察される、通話時に周囲に背を向ける、隅にしゃがみこむ、通話口を手で覆う、周囲に会釈をする、肩をすぼめるといった動作が紹介され、これらが諸外国ではほとんど見られない行動であることが提示された。そして大学生・大学院生を対象とした調査で、約8割が電車内での通話を「不快」と答えたにも関わらず、彼らが現実に電車内で遭遇した他者の通話は半分以上のケースで「許容できる」と評価したことが報告された。許容できた理由として多く挙がったのは、先に述べたような動作が見られたためというものであった。

発表者はこれを儀礼ではなく空間的問題として捉えてみせた。すなわち、電車内のような限定空間では周囲の他者とパーソナルスペースが重なるが、その中で会話が行われると空間の干渉が顕在化し、なんらかの形で空間を分節する欲求が生じる。そこで身体動作により会話空間を象徴的に分離し囲い込むのだという解釈が導かれた。以上から、パーソナルスペースの干渉はユニバーサルな問題であるが、それに対して調整を図る定型的動作が社会的に認知され、機能している点は、日本の空間行動の特徴であるという興味深い仮説が提示された。

Research on "Place Constructing behavior" in a Densely Populated City – Through the Analysis of Behavior Settings in "Comfortable Places" and "Uncomfortable Places"

Dr. Daisaku HAYASHIDA, Osaka Institute of Technology

この発表では、東京圏と大阪圏に居住・勤務するオフィスワーカーの『場所構築行動』が紹介された。伝統的に行為の境界があいまいである日本では、私的・家庭的な行為が滲みだしやすく、稠密な都市ではこれらの行為は目につきやすくなるが、過度に私的・家庭的な行為が現代日本でも問題になっていることが、東京メトロの「家でやろう」と書かれたポスターなどによって提示された。続いて、オフィスワーカーが構築した『居心地の良い場所』『居心地の悪い場所』の行動場面分析の結果が報告され、それぞれの場面を構成する物理的要素（物理的アフォーダンス）と社会的了解（社会的アフォーダンス）を「する」「なる」「である」という場所表現によって分類・整理した結果が述べられた。結果では、『居心地の良い場所』は、自宅や職場の周囲、通勤経路近傍に構築され、高度に計画された（ハイスタイル）環境においては構築されにくいことが示された。さらに、私的・家庭的な行為の許容性、生活者自らがその空間を居心地良くする行為の重要性も示された。一方、『居心地の悪い場所』は、都市生活上利用せざるを得ない空間や、管理者や利用上のルールが不在の空間が多いこと。そして他者による過度に私的・家庭的な行為が居心地の良さを阻害していることなどが示された。最後に、稠密な都市においては、生活者の『場所構築行動』を支援し、生活者自らデザインできる余裕を残した（オープンエンド）デザイン・維持・管理が重要であることが結論および今後の研究課題として示された。

Aesthetics of *Utsuroi* (transition) in Time and Space

Dr. Ryuzo OHNO, Tokyo Institute of Technology

この発表では、日本人の伝統的な美意識のなかで最も重要な概念のひとつである時空の「うつろい」に焦点を当て、環境のシークエンシャルな変化が重視されていることをさまざまな事例により解説した。日本の象徴となっている桜に対しては、満開の美しさを愛でるだけでなく散りゆく姿にも美を感じること、伝統的な懐石料理では、その時の季節を感じさせる旬の食材を用いるが、ひとつ前の季節のものを「なごり」として、また次の季節のものを「はしり」として含めることが美しい写真とともに解説され、季節の移り変わりを感じさせてくれるということについての考察が展開された。次に、このような時間的な移行に対して、空間的な「うつろい」として、日本の伝統的な舞台芸

1108_122-126_活動レポート.indd　124　2011/07/21　10:05:19