

## 国内の酷暑環境下で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究

申, 相澈

<https://hdl.handle.net/2324/1937167>

---

出版情報 : 九州大学, 2018, 博士 (工学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :

氏 名 : 申 相 澈

論 文 名 : 国内の酷暑環境下で施工される構造体コンクリートの品質管理に関する研究

区 分 : 甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

近年の気候変動による気温上昇は、建築分野においても大きな問題として認識されている。コンクリートは、他の多くの建築材料と異なり、「まだ固まらない」状態で現場に搬入され、適切な品質管理によって製品として完成される半製品 (half-finished goods) としての特性を有している。コンクリートの硬化は水とセメントの化学反応、すなわち水和反応により進行するが、水和反応は当然のことながら温度や乾燥等の影響を受ける。したがって、構造体コンクリートにおいて所要の品質を確保するためには、これらの影響を把握し適切な対策を実施する必要がある。施工中の高温が問題となる暑中コンクリート工事に関する研究は、従来実験室実験を中心に行われてきたが、直径100mm×高さ200mmなどの管理用供試体を用いた実験結果は、内部の温度性状や水分の挙動が実際の部材とは異なるため、実施工にそのまま適用することはできない。また、これらの実験が行われた当時の暑中環境は、現在、さらには今後いっそう酷暑化すると予想される近未来の暑中環境と比較して軽微であり、後者を対象とした検討が将来の品質管理のために不可欠である。本研究では打込み当日の外気温の平均値を基準として、30℃以上を「極暑中期」、30℃未満を「軽微な暑中期」と定義した。つまり、本研究では、気候変動により過酷化する暑中環境を極暑中期と従来と同様の比較的軽微な暑中期に分け、両者がフレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートの特性に及ぼす影響について実大レベルで検討し、最終的に暑中コンクリートの品質を向上させる管理の具体像について提案するものである。実験では、実大レベルの柱、床スラブ、壁部材を模擬したコンクリート試験体を対象とし、強度管理、養生管理、材料面からの対策とそれらの効果について定量的な検討を行い、品質管理基準を示した。

本論文は、以下の8章より構成される。

第1章では、序論として本研究の背景と目的、範囲と方法、ならびに本研究の構成を示した。

第2章では、近年の地球温暖化による気候変動の傾向および将来の予測について調査するとともに、暑中環境がコンクリートに及ぼす影響について既往の文献調査を行った。また、暑中コンクリート工事に関する世界各国の関連指針ならびに仕様書の内容を比較分析し、これらにおける諸規定の問題点を整理した。

第3章では、暑中環境がコンクリートの硬化特性に及ぼす影響を検討するために、標準期、軽微な暑中期、極暑中期のそれぞれの環境条件下で打ち込んだコンクリート中の初期水分移動ならびに凝結性状に関する実験を行った。結果、暑中環境で製造、施工されるコンクリートは、標準期と比較して、水分蒸発量が大きい一方、ブリーディング量が少なく早期に終了すること、結果としてコンクリートの表面乾燥・凝結・硬化が促進されることを実大レベルで定量的に明らかにした。

第4章では、極暑中および軽微な暑中環境下で柱の実大模擬試験体を用いた実験を行い、コンク

リートの温度や含水率，セメント硬化体の結合水率，ポロシティなどを測定し，強度発現性状との関係を検討した。結果，それぞれの環境条件によってコンクリートの強度発現特性が異なることを確認し，強度低下の要因やメカニズムを明らかにすると同時に，「日本建築学会標準仕様書 JASS5 鉄筋コンクリート工事」における構造体強度補正值  $_{28}S_{91}$  の値として，極暑中期に  $6 \text{ N/mm}^2$  とすべきであること，一方軽微な暑中期には標準期と同様に  $3 \text{ N/mm}^2$  としてよいことを示した。また，極暑中期において上記 S 値を低減させる方法として，中庸熟ポルトランドセメント，フライアッシュなどの混和材，水和発熱低減剤などの使用を提案し，その効果を示した。

第 5 章では，暑中期の床スラブコンクリートの施工における養生の効果を確認し，実際の現場に適用可能な最も合理的な養生方法を提案した。給水養生，散水養生，シート養生，膜養生などの養生方法に関して，品質を極大化する養生開始時期と養生期間もしくはタイミングや回数について検討した。最終的には，圧縮強度と中性化速度係数から養生の効果を定量的に評価する方法を提案し，実際の現場で適用可能な養生方法の例を示した。

第 6 章では，暑中コンクリート工事でとくに生じやすいコールドジョイントに関して，発生の判定方法および対策について検討した。先打ちコンクリートの打込み材齢および後打ちコンクリートの打込み材齢を変化させ，さらに打重ね時間間隔を種々設定した実大模擬実験により，コールドジョイント発生させないための条件について検討し，さらに打重ね面の処理による抑制対策を検討した。最終的に，コールドジョイント発生の判定基準を中性化速度係数と曲げ強度低下率の双方から数値で提示し，その簡易な測定方法や，コールドジョイント抑制のための管理基準を提案した。

第 7 章では，暑中環境における構造体コンクリート強度の低下抑制対策として，第 4 章で提案した方法に加え，人工軽量細骨材を内部養生材として適用する方法について示した。すなわち，人工軽量骨材の自己養生効果に着目し，普通コンクリートに対して細骨材の体積比で 15%，25%，50% を軽量細骨材で置換した試験体の物性を確認し，暑中コンクリートの対策として有効であることを確認した。また，自己養生効果が，セメントの水和率やポロシティの改善に加え，骨材とセメント硬化体界面に生じて強度や耐久性の低下を招く遷移帯の緻密化によって発現することを初めて明らかにした。

第 8 章では，各章で得られた成果と今後の課題を整理し，本論文の結論とした。