

温度追従養生システムによる PC 緊張強度管理

中日本高速道路(株)	正会員	野島 昭二	清水建設(株)	正会員	○頃安 研吾
中日本高速道路(株)	非会員	片山 雅夫	清水建設(株)	正会員	野村 朋宏
清水建設(株)	正会員	齊藤 亮介	清水建設(株)	正会員	中島 淳太

1. はじめに

新名神高速道路の四日市北ジャンクション(仮称)から菰野インターチェンジ(仮称)間に現在建設中の新名神高速道路小牧高架橋他2橋(PC上部工)工事において、一部、張出架設工法による施工が採用されている。本報告では、張出架設部のPC緊張強度管理に採用した温度追従養生システムの運用方法について述べる。

2. 目的

一般に、張出架設工法で使用するコンクリートには工期短縮の目的から早強ポルトランドセメント(以下、早強セメント)が選定されるが、本工事ではセメントを普通ポルトランドセメント(以下、普通セメント)とすることでコンクリート打設後の部材内の最高温度を低減し、ひび割れ指数低減を図っている。しかしながら、普通セメント使用の場合、早強セメントの場合よりも強度発現が遅く、プレストレスの緊張強度に達する時期が遅れることになる。また、一般的なPC構造物の緊張強度管理では、コンクリート打設時に作製した圧縮強度試験用供試体(以下、圧縮供試体)を現場で養生し、数日後、圧縮強度を確認した後にPC緊張を実施する。

本工事では、打設から緊張までの工程短縮を目的とし、PC緊張強度管理に温度追従養生システムを採用した。これは、若材齢時のコンクリート温度を直接測定し、その温度に追従した水槽内で採取した圧縮供試体を養生するものである。これと選定した配合(表-1)の強度推定式(有効材齢-強度関係)を用いて、若材齢時の実構造物内の強度発現を精度よくリアルタイムに把握できる。なお、緊張時必要なコンクリート圧縮強度は、使用するPC定着工法の仕様から27N/mm²以上である。

表-1 コンクリート配合

f' _{ck} (N/mm ²)	Slump (cm)	Air (%)	G _{MAX} (mm)	W/C	s/a	単位量(kg/m ³)					SP (C×%)
						W	C	S1	S2	G	
40	13	4.5	20	42.5	44.5	158	372	403	390	1018	0.7

3. 温度追従養生システムの概要

温度追従養生システムの概要を図-1に示す。打ち込んだコンクリート温度を計測し、その温度計測結果に

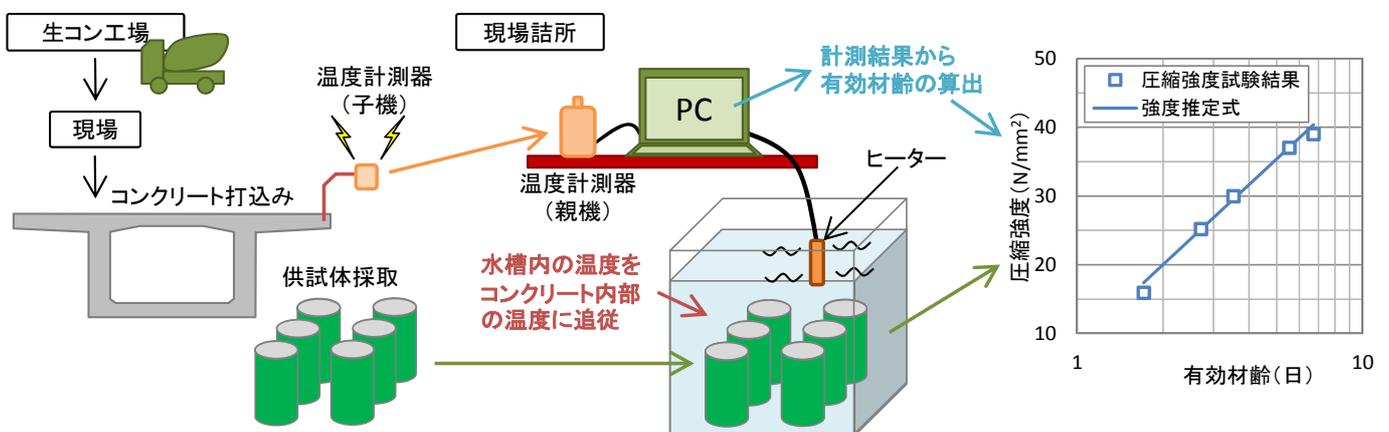


図-1 温度追従養生システム

キーワード 張出架設工法, 緊張強度管理, 温度追従養生, 有効材齢

連絡先 〒512-1303 三重県四日市市小牧町字中川原 1864-1 清水建設株式会社 TEL059-336-6460

追従する水槽で供試体を養生する。併せて計測結果から有効材齢を算出する。その後、作成した強度推定式と比較し、強度が 27N/mm² を超える時期に圧縮供試体を水槽から取り出し圧縮強度試験を実施する。

4. 強度推定式の算出<STEP-1>

温度追従養生システムを使用する前に、使用する配合の強度推定式を算出した方法を以下に示す。

レディーミクストコンクリート工場（以下、工場）にて圧縮供試体を 5 材齢分、温度計測用の同寸法で供試体を 1 本作製した。材齢 7 日までの若材齢で圧縮強度試験を行い、温度計測用供試体も他の供試体と同一環境下（標準養生）に保存した。練上り時から計測した温度と材齢から有効材齢を算出し、これと圧縮強度試験の結果から強度推定式（有効材齢－強度関係式）を算出した。有効材齢(t_e)はコンクリート標準示方書より抜粋した式(1)を採用している。また、若材齢時の有効材齢に対する圧縮強度は式(2)で直線近似でき、この直線近似を強度推定式とした。以上の過程を STEP-1 とし、結果を図-2 に示す。なお、同図に示す強度推定式は、後述する STEP-2 および STEP-3 において修正を加えたものである。

$$t_e = \sum_{i=1}^n \Delta t_i \cdot \exp \left[13.65 - \frac{4000}{273 + T(\Delta t_i)} \right] \dots\dots \text{式(1)}$$

ここに、 Δt_i : 温度が $T(\Delta t_i)$ である期間の日数

$$f(t_e) = a \cdot \log_{10} t_e + b \dots\dots\dots \text{式(2)}$$

ここに、 a, b : 回帰係数

5. 温度追従養生システムの運用<STEP-2, STEP-3>

STEP-2 として、実施工前に工場の実機で練り混ぜたコンクリートを用いて PC 緊張を行う上床版の模擬試験体（500×500×250mm）を作製し、システムの稼働状況確認を行った。STEP-1 で作成した強度推定式と概ね差がないことを確認し、同式を微修正した（図-2）。

初期施工時（STEP-3）において、STEP-2 と同様に、実構造物で温度を計測し算出した有効材齢と強度推定式を比較し、圧縮強度が 27N/mm² を超える有効材齢 3.0 日以降に圧縮強度試験を実施した（有効材齢 4 日, 6 日）。試験結果は、強度推定式と比較的良く一致していた。その後の管理ではこれらのデータも加え、式を微修正した（図-2）。

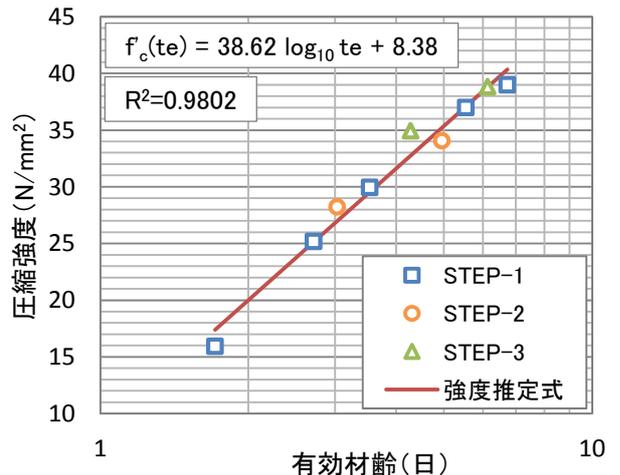


図-2 有効材齢－圧縮強度試験結果

温度計測位置は、最も部材厚が小さい上床版張出し部の PC 定着具位置とした。以後、STEP-3 を繰り返すことで有効材齢－圧縮強度関係のデータ数を増やし、強度推定式の信頼性を上げる必要がある。

さらに、その後の計画としては、実構造物の温度計測結果から有効材齢を算出し、強度推定式から 27N/mm² を超えた時点で緊張可能とすることを目標としている。すなわち、圧縮強度試験を行わず、作成した強度推定式から強度を推定することで緊張可能か判断し、施工を進める計画である。

5. まとめ

- ・ 普通セメントを用いた配合において、若材齢時の有効材齢と圧縮強度の関係を精度よく算出できた。
- ・ 本工事のように張出架設工法による施工の延長が長い場合、初期施工時に温度追従養生システムを利用し強度推定式を使用することで、実構造物内の強度を正確にリアルタイムに把握できる。
- ・ 圧縮強度試験を行わずに、プレストレス導入時期の判断が可能となり、普通セメントを採用しても効率的な工程管理が実施できる。

参考文献

・ 土木学会：2012 年制定 コンクリート標準示方書 [設計編]，pp. 107，2012