

コンクリート表層熱による劣化に関する研究

東洋大学 学生会員 ○山本翔太 馬場海人 金丸聖弥
東洋大学 正会員 横関康祐
鹿島建設 正会員 柳井修司 芦澤良一 向 俊成

1. はじめに

近年、我が国ではインフラの老朽化が大きな社会問題となっている。これらインフラの多くはコンクリート構造物であり、自然環境下にさらされることが多い。例えば、コンクリート表面で昼間は日射による温度上昇、夜間は放冷が生じ、昼夜においてコンクリート表面で大きな温度差が生じることとなる。かつ、この作用が構造物の供用される期間、常に繰り返されることになる。しかしながら、このような観点に関する研究はあまりなされていないことから、本研究では繰返し温度差による疲労という新たな視点での耐久性評価を行った。

2. 実験概要

本研究では打設後3年以上経過した実構造物における調査と実環境と比較してより管理された試験室環境における実験を行った。

本研究の対象構造物は神奈川県大和市に位置し、南面に対して周囲に日射を遮るような高層建築物がなく、日中は常に構造物に直射日光が当たっている。一方、北面は、隣接する建築物はないものの直射日光は当たらない。南北面を比較することによって、実環境における構造物の温度差による繰返し作用を確かめることができる。構造物の表面温度測定、中性化深さ、二酸化炭素固定量の評価を行った。

試験室における実験では打設後1日で脱型の後、材齢5週まで水中養生を行った。その後、①翌日から疲労を与えない水中養生（以下、20℃）、②インキュベーター内の気中で繰返し温度差による疲労を与える（以下、温冷気中）、③乾燥収縮を防ぐためにインキュベ-

ター内で水中に浸漬して繰返し温度差を与える（以下、温冷浸漬）の3パターンに分け、繰返し温度差疲労試験の後、各種耐久性試験を行った。インキュベーターの温度プログラムは10℃から50℃、50℃から10℃を1サイクルとし、1日につき2サイクルとした。また、表-1にコンクリートの配合を示す。

3. 実験結果

3.1 実構造物調査

3.1.1 実構造物表面温度測定

図-1に約4ヵ月間の実構造物表面温度測定の結果を示す。北面の表面最高温度は10～30℃である。一方、南面は秋から冬の季節であるにも拘らず表面最高温度が30～45℃と高かった。北面の一日における最高最低

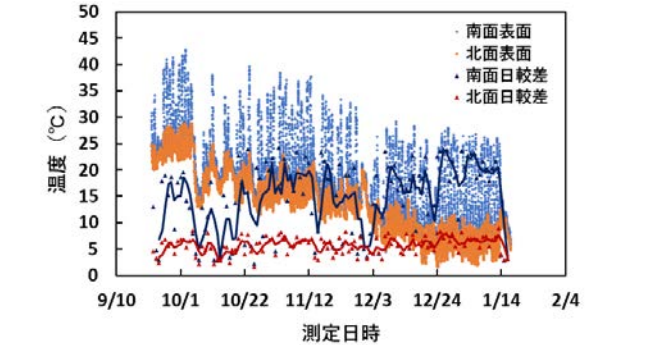


図-1 実構造物表面温度と日較差

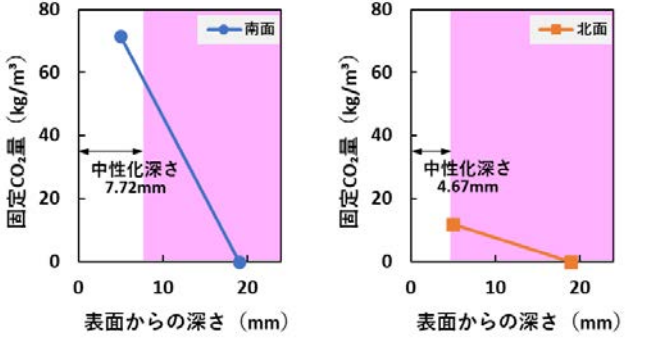


図-2 コア中性化深さと固定CO₂量

表-1 コンクリートの配合

	セメント の種類	Gmax (mm)	スランブ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m³)						
							W	C	S		G 碎石	AD ※1	AE ※2
									山砂	砕砂			
実構造物	BB	20	12±2.5	4.5±1.5	52.2	46.9	168	322	546	293	960	3.22	—
試験室									827	—	958	4.83	2.25

※1 リグニンスルホン酸塩 ※2 アニオンおよびノニオン特殊界面活性

キーワード 表面温度、繰返し温度差疲労、インキュベーター
連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100 東洋大学理工学研究科 TEL 049-239-1300

温度差（日較差）は常に 5℃程度であるが、南面は日較差が 10～25℃と 2 倍以上大きいことが分かった。

3.1.2 コア中性化深さ

図-2 に実構造物から採取したコアの中性化深さを示す。北面に比べて日較差の大きい南面は中性化深さが 7.72mm と北面の 4.67mm より約 1.7 倍大きいことが分かった。中性化深さが北面より南面の方が大きくなる傾向は既往の研究¹⁾と一致した。また、コアをスライスした試料の無機炭素分析（日本アンス社製、M-3000A 型）結果から、材料の CO₂量を減算した結果、2 層目（14-24mm）は南北面共に固定 CO₂量が 0kg/m³となったが、1 層目（0-10mm）は北面の 11.9kg/m³に対して南面は約 6.0 倍大きい 71.5kg/m³となった。

3.2 試験室内実験

3.2.1 繰返し温度差疲労試験

図-3 に繰返し温度差疲労試験における 1 日の温度変化を示す。温度プログラムは同条件であるが、気中と浸漬状態による条件の差異により最高最低の温度差が温冷気中では平均 35℃、温冷浸漬は平均 20℃となった。なお、この期間 20℃水中養生パターンは常時 20℃一定を継続した。

3.2.2 圧縮強度試験

図-4 に圧縮強度試験の結果を示す。温冷気中は繰返し温度差を 4 週与えると 20℃に比べて温冷気中は圧縮強度が約 3N/mm²低下し、8 週与えると供試体表面に微細なひび割れが生じ、圧縮強度がほかのパターンに比べて約 10N/mm²低下した（この期間の平均温度は約 25℃）。また、温冷浸漬は繰返し温度差を与えていた期間の平均温度が約 22℃であり、4 週、8 週と繰返し温度差を与えたところ、圧縮強度は 20℃水中パターンとほぼ同等の結果となった。

3.2.3 促進中性化試験

図-5 に促進中性化試験の結果を示す。繰返し温度差を材齢 5 週から 4 週間与えた後、20℃、50%RH、CO₂濃度 20%の条件で促進中性化試験を 4 週間行った。20℃水中に対して温冷気中は中性化深さが促進 1 週で 1.82 倍、4 週で 1.98 倍となった。また、温冷浸漬は 1 週で 1.45 倍、4 週で 1.59 倍となり、温冷気中、温冷浸漬共に繰返し温度差による中性化の促進への影響を確認できた。平均温度がほぼ同等で乾燥の影響がない温冷浸漬の中性化深さが 20℃水中より大きくなるという事は、繰返し温度差による疲労が中性化に影響を

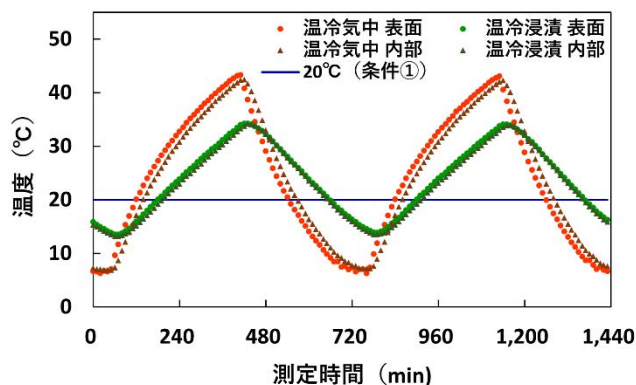


図-3 繰返し温度差疲労試験温度変化

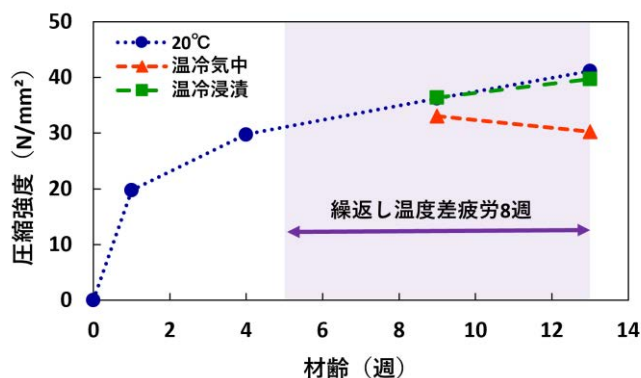


図-4 試験室供試体圧縮強度

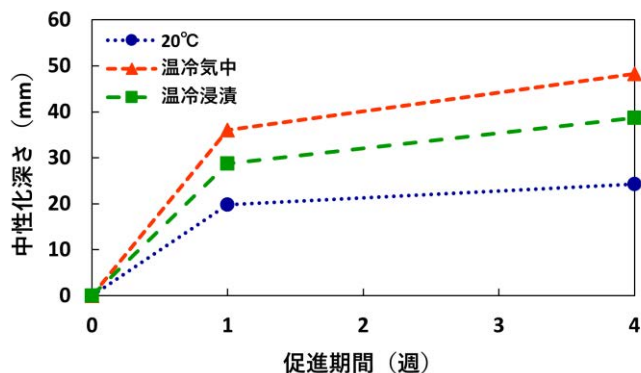


図-5 試験室供試体中性化深さ

与えることを示していると考えられる。ただし、圧縮強度が 20℃とほぼ同等であった点についての詳細の解明は今後の課題としたい。

4. まとめ

本研究から以下の結論が得られた。

- 1) 実構造物においては、南面は北面よりコンクリート表面温度の日較差が大きく、中性化がより早く進行し、固定 CO₂量も多くなる。
- 2) 繰返し温度差がコンクリートに作用することで、圧縮強度の低下、中性化の促進といった影響が生じる。

参考文献

- 1) 植松俊幸，神代泰道，一瀬賢一：31 年間供用した躯体コンクリートの品質に関する調査，日本建築学会技術報告集，Vol.21，No.48，pp.409-414，Jun.，2015