

耐寒剤を用いたコンクリートの低温下における養生方法の検討

国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○長谷川 諒
 国立研究開発法人土木研究所 野々村佳哲
 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 正会員 島多 昭典

1. はじめに

耐寒促進剤（以下、耐寒剤とする）は寒中コンクリート工事において、港湾や道路の現場で広く用いられている。耐寒剤は JIS 規格に沿ったコンクリート用混和剤の 1 つであり、耐寒剤を用いることで仮囲いを設けずにブルーシートを用いた簡易な養生とすることができる。また、耐寒剤を用いる寒中コンクリート施工指針¹⁾（以下、施工指針）では、打設後 24 時間はコンクリート温度を 5°C 以上に保つのが望ましく、最も厳しいところでも凍結温度以上に保つ必要があり、厳しい外気温が予想される場合にはブルーシートより保温性の高い保温シートを用いることが定められている。

本研究では、施工指針の養生方法に規定されている保温シート（気泡シート：気泡緩衝材）とブルーシートを用いて、施工指針に規定の無い 40 cm 未満の薄い部材厚においてもコンクリート温度と圧縮強度を確保するための方法を検討した。

2. 実験計画および方法

表-1 に試験条件を示す。試験条件は部材厚 40 cm ではブルーシートのみ 1 条件(40-0)とし、部材厚 30 cm ではブルーシートのみとブルーシートの下に気泡シートを 1 枚または、2 枚設置した条件 (30-0, 30-1, 30-2) の計 4 条件とした。

表-2 に使用材料、表-3 にコンクリート配合を示す。水セメント比 (W/C) は 50.8%とし、耐寒剤は亜硝酸塩系を主成分とした無塩・無アルカリ型の耐寒剤を標準使用量のセメント 100 kg あたり 4L 添加した。目標空気量は 5.0±1.0%となるように調整を行った。

図-1 に供試体形状の概略図と温度計測位置を示す。形状は耐寒剤の施工指針の実験を参考に縦 50 cm、横 60 cm、部材厚は 30 cm と 40 cm で作製した。温度計測には熱電対を用い、コンクリート中心部（中心部）、コンクリート表面の角部（角部）、装置内温度の温度を計測した。養生シートにはブルーシートと気泡シートを用い、現場での囲い方を参考に打設面から 5 cm 程度空間を設けて設置した。コンクリート打設時の外気温は 9.5°C、フレッシュ時のコンクリート温度は 11.2°Cであり、供試

表-1 試験条件

W/C (%)	50			
厚さ (cm)	30		40	
気泡シート(枚)	0	1	2	0

表-2 使用材料

材料	記号	内容
水	W	地下水
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度:3.16g/cm ³
細骨材	S1	勇払産、表乾密度:2.67g/cm ³
	S2	幌延産、表乾密度:2.64g/cm ³
粗骨材	G	平和産碎石、表乾密度:2.63g/cm ³
耐寒剤	A	AE減水剤 促進形 タイプ I ポリカルボン酸エーテル系化合物と 無機系窒素化合物

表-3 コンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
		W	C	S1	S2	G3	耐寒剤
50.8	44.2	147	289	339	502	1052	16.18

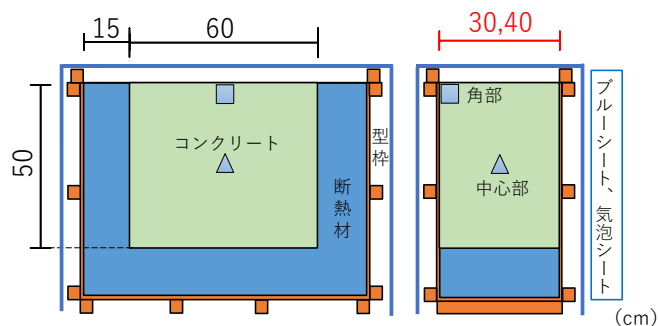


図-1 供試体形状の概略図と温度計測位置

キーワード 耐寒剤, 寒中コンクリート, 養生, 保温シート

連絡先 〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 国立研究開発法人
 土木研究所 寒地土木研究所 TEL011-841-1719

体の打設後、周囲を養生シートで囲い設定温度 -10°C の試験装置内で7日間温度計測を行った。コンクリート温度の計測は装置内への設置を終え、試験装置の冷却を開始した打設後約1.5時間経過してから行っている。7日経過後は、 20°C の室内で積算温度 $840^{\circ}\text{D}\cdot\text{D}$ まで封かん養生を行い、温度計測を行った付近で $\phi 10\text{cm}$ のコア抜きを行い圧縮強度の測定を行った。積算温度の計算は式(1)を用いた。

$$M = \Sigma(\theta + 10)\Delta t \quad \dots (1)$$

ここで、 M : 積算温度 ($^{\circ}\text{D}\cdot\text{D}$)、 θ : t 時間中のコンクリート温度 ($^{\circ}\text{C}$)、 t : 時間 (日)、である。圧縮強度試験はJIS A 1108に準じて測定を行った。

3. 実験結果

図-2にコンクリートの温度履歴を示す。気泡シートなしの場合、部材厚30cmでは40cmの供試体よりも中心部、角部の温度低下が早い結果となった。一方で、気泡シートを設置することで各測定位置の温度低下勾配が緩やかになっていることが確認された。

図-3に各測定位置の凍結温度到達時間を、表-4に凍結温度到達時点の積算温度を示す。凍結温度は 0°C と仮定して算出した。中心部では最も遅く凍結時間に到達した40-0に対し、気泡シート2枚用いた条件ではほぼ同等の結果となり、気泡シートの枚数を減らす毎に短くなる傾向を確認した。角部の場合では、気泡シートを1枚以上用いることで部材厚30cmでも40-0より凍結温度到達時間を確保できる結果となった。また、積算温度においても同様の傾向となった。部材厚を10cm薄くすることでコンクリートの発熱量は減少するが、気泡シートの保温効果により、中心部では気泡シート2枚分で、角部では気泡シート1枚で同等以上の凍結温度到達時間と積算温度が得られた。

図-4に 20°C 再養生後の $\phi 10$ コアの圧縮強度比を示す。圧縮強度比の基準値は同じ配合で 20°C 封かん養生を行った材齢28日(積算温度 $840^{\circ}\text{D}\cdot\text{D}$)の円柱供試体の圧縮強度 35.3N/mm^2 を用いた。棒グラフ上には $\phi 10$ コアの圧縮強度を併せて示している。角部では強度比 $0.7\sim 0.8$ の強度発現であり、中心部ではすべての供試体で約 1.0 の圧縮強度比である。30-2角部と30-0中心部では凍結温度到達時の積算温度(表-4)がほぼ同等となっているが、圧縮強度比では大きく差が開く結果となった。これは、初期の凍害によるひび割れが影響していると考えられる。

4. まとめ

-10°C の環境で部材厚30cmの耐寒剤を用いたコンクリートを施工する場合において、保温シートを1~2枚用いることで部材厚40cmと同等以上のコンクリート温度と圧縮強度を確保可能であることが示された。

参考文献

- 1) 通年施工推進協議会：耐寒剤を用いる寒中コンクリート施工指針，1999。

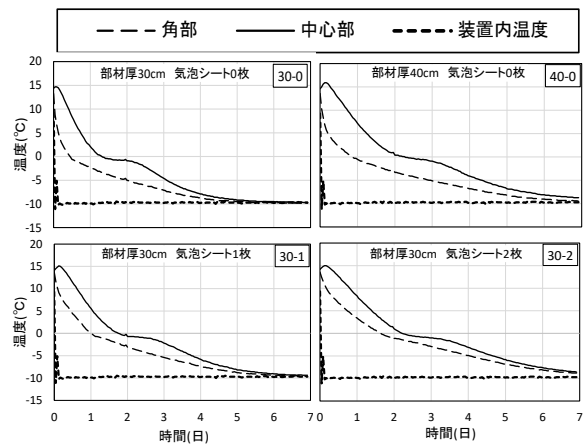


図-2 コンクリートの温度履歴

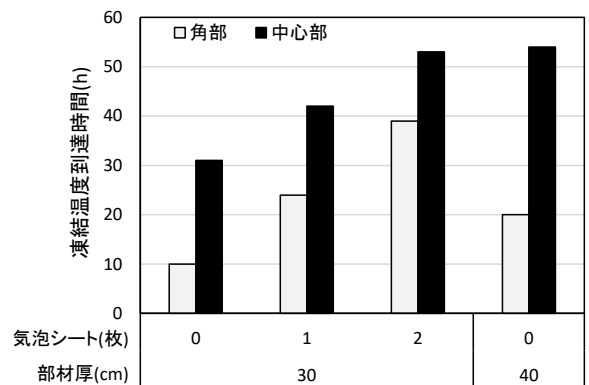


図-3 各測定位置の凍結温度到達時間

表-4 凍結温度到達時の積算温度

部材厚 (cm)	30			40
	0	1	2	0
角部	6.3	15.1	24.6	12.0
中心部	22.3	30.6	39.0	38.8

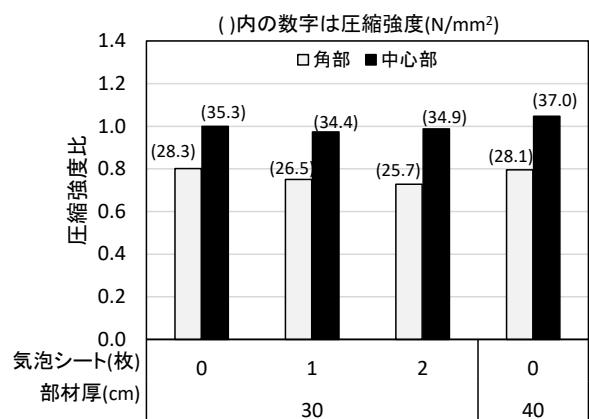


図-4 積算温度 $840^{\circ}\text{D}\cdot\text{D}$ 時の圧縮強度比