

極低温で温度保持したコンクリートの劣化に関する研究

東北大学 学生員 ○ 韓 相黙

東北大学 千葉 晋

東北大学 フェロー 三浦 尚

1. まえがき

LNGタンクや超電導を応用した電力貯蔵システム等、極低温にさらされる構造物の建設材料には、経済性・耐久性に優れたコンクリートが適しており、今後共コンクリートはその分野に数多く使用されていくものと予想される。一方、このようなコンクリート構造物は、極低温物質の運搬・貯蔵等の際に繰り返し極低温にさらされ、劣化することが考えられる。さらに、この種の劣化は、極低温時の温度保持時間の影響があると考えられている。従って、この点の影響は十分調査しておかなければならない。また、三浦ら¹⁾の研究より、極低温にさらされるコンクリートは、 -20°C から -50°C までの温度範囲で、水分の凍結によって最も劣化しやすいことが確認されている。よって、本研究では冷却による劣化の影響が顕著に現われると予想される -40°C 及び -50°C で一定時間温度保持し、その影響を調べた。

2. 実験方法

早強ポルトランドセメントを使用して、表-1に示す8種類のコンクリート供試体($10\times 10\times 40\text{cm}$ 角柱)を作製した。供試体は材齢28日まで水中養生した後、繰り返し冷却加熱し、5サイクル毎に相対動弾性係数を測定した。冷却加熱は、図

1-1に示すように供試体を常温から冷却最低温度である -40°C 及び -50°C まで冷却し、その最低温度に達すると直ちに所定の時間供試体温度を一定に保持した後、常温まで戻した。これを1サイクルとし、40サイクルまで行った。

3. 実験結果及び考察

1) -40°C における温度保持の影響

実験に用いた8種類の配合に関する各保持時間における相対動弾性係数の変化を、保持時間の長さによる劣化の程度として比較するため、横軸を保持時間の長さ、縦軸を40サイクル終了時における相対動弾性係数の値として表したのが図-2である。これらの温度履歴は図-1(a)に示された -40°C にて保持を行ったものである。この図より、温度保持の影響はW/Cが高く、また空気量が少ないほどより顕著に現われる。特に、W/C56%空気量2%及びW/C66%空気量2.4%の配合に対して、温度保持を行うと相対動弾性係数の低下が非常に激しく、わずか1時間で温度保持の影響が明確に現われる結果となっている。また、保持する時間を6

表-1 コンクリートの配合表

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランブ の範囲 (mm)	空気量 の範囲 (%)	水セメ ント比 (%)	細骨 材率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)				混和剤 (g/m ³)	
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	AE 減水剤	空気量 調整剤
25	11±1	2±0.5	46	38	180	391	654	1194	978	—
25	11±1	4±0.5	46	38	171	372	670	1185	930	26.04
25	11±1	2±0.5	56	40	180	321	711	1194	803	—
25	11±1	4±0.5	56	40	171	305	705	1181	763	21.35
25	11±1	6±0.5	56	40	160	286	697	1179	286	45.76
25	11±1	2±0.5	66	45	180	273	818	1116	546	—
25	11±1	4±0.5	66	45	171	259	810	1106	518	12.95
25	11±1	6±0.5	66	45	160	242	800	1100	363	24.20

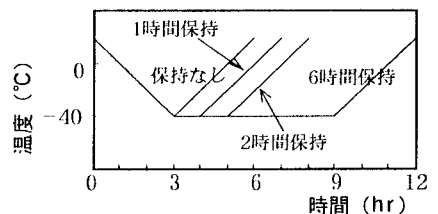
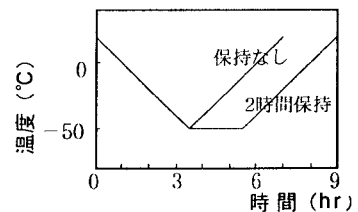
(a) -40°C での温度保持(b) -50°C での温度保持

図-1 冷却加熱条件ごとの温度履歴

時間にしても相対動弾性係数の低下は2時間保持したものとほぼ横ばいになっていることから、 -40°C での温度保持は2時間ぐらいで劣化の増加量が頭打ちになるであろうと考えられる。

しかし、W/C46%空気量2,4%, W/C56%空気量4,6%及びW/C66%空気量6%の場合は、相対動弾性係数が温度保持の有無に関わらずほぼ等しくなっているため、保持の影響はほとんど無視できる程度であるといえる。また、これらの配合では保持時間によらず、40サイクル終了時の相対動弾性係数の値は85%を上回る非常に高い値を示している。

2) -50°C における温度保持の影響

-50°C での温度保持の影響は -40°C において保持の影響が確認されたW/C56%, W/C66%で空気量2, 4%の計4種類の配合を用意し、保持なし、2時間保持に対して検討した。その結果を図-3に示す。

まず、W/C56%を見てみると空気量2%の相対動弾性係数の低下は2時間保持しても保持なしと差がみられない。空気量4%では2時間保持した場合の方が低下しているが、その差は40サイクル目でわずか3%であり、ばらつきの影響が含まれている可能性もある。一方、W/C66%においては空気量に関わらず保持の影響が見られる。 -40°C で保持を行った図-2と比較すると保持による相対動弾性係数の低下量は -40°C の場合と比べ -50°C の方が小さい。

今後、 -50°C においても保持時間の長さによってコンクリートの劣化が変化してくる場合も予想されるため、他の保持時間についても調査する必要があると考えられる。また、 -40°C より高い温度範囲についてもさらなる研究により、温度保持の影響を確認する必要がある。

4. 結論

本研究では、繰り返し極低温まで冷却されるコンクリートを極低温下で一定時間温度保持し、温度の保持がコンクリートの劣化に与える影響を検討した。得られた結果は以下の通りである。

- 1) 極低温下における繰り返し冷却過程において、 -40°C でコンクリートの温度保持を行った場合、温度保持を行わなかった場合に比べ、コンクリートはより激しく劣化する。また、この現象はW/Cが高く、空気量が少ないコンクリートの方がより顕著に現われる。
- 2) 本研究の実験範囲において、 -40°C での温度保持は2時間まで劣化が進み、それ以上の時間においてはその劣化の増加量が頭打ちになるであろうと考えられる。
- 3) -50°C の温度保持の場合、 -40°C より保持の影響が少なかった。

参考文献

- 1) 三浦 尚：極低温下のコンクリートの物性，コンクリート工学，Vol.22，No.3，pp.21～28，1984

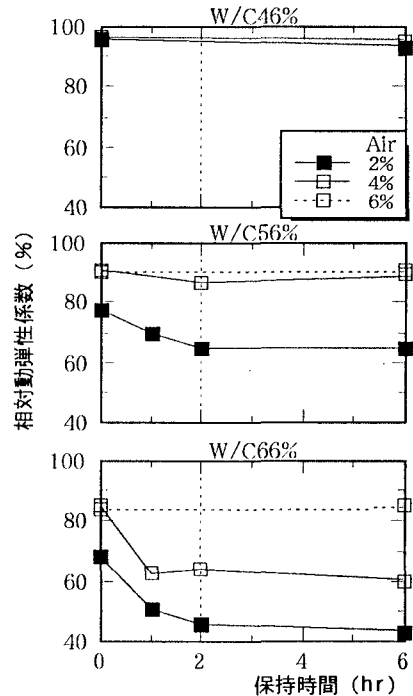


図-2 -40°C における相対動弾性係数と保持時間との関係(40サイクル目)

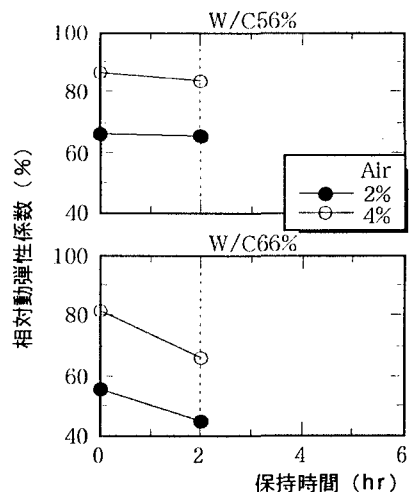


図-3 -50°C における相対動弾性係数と保持時間との関係(40サイクル目)