

極低温下での温度保持がコンクリートの耐久性に及ぼす影響

東北大学 学生員 ○ 韓 相黙
 東北大学 山本高士
 東北大学 フェロー 三浦 尚

1. はじめに

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、今後とも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。したがって、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、極低温まで繰り返し冷却されるコンクリートの劣化は、 -20°C から -50°C までの温度範囲における水分の凍結に最も関連していることが確認された¹⁾。さらに、 -40°C 及び -50°C で一定時間温度保持した場合、温度保持を行わなかった場合に比べより劣化していることが確認されている²⁾。よって、本研究では -30°C で一定時間温度保持し、 -40°C 及び -50°C のデータと比較することにより、コンクリートの劣化に及ぼす温度ごとの保持による影響を調べた。

2. 実験概要

早強ポルトランドセメントを使用して、表-1に示す4種類の角柱供試体($10\times 10\times 40\text{cm}$)を作製した。これらの4種類の配合は -40°C 及び -50°C で使用した配合²⁾に基づいたものであるが、 -30°C では温度保持の影響がより顕著に現れると予想されるNon-AEコンクリートを空気量2%のAEコンクリートの代わりに使用した。また、打設ごとのバッチに含まれるばらつきをなくすため、 -30°C で実験を行った全ての供試体は同じバッチで作製し、標準養生28日後から各試験期間までの間、供試体は 5°C 恒温室内で湿潤養生を行い、水和の進行による影響をできるだけ避けることにした。

表-1 コンクリートの配合表

スランブ の範囲 (cm)	コンクリートの種類	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	減水剤	AE 減水剤	空気量調整剤
11 ± 1	Non-AE	—	56	40	171	305	734	1216	3660	—	—
	AE	4 ± 0.5			171	305	714	1183	—	1007	21.35
	Non-AE	—	66		171	259	750	1241	3108	—	—
	AE	4 ± 0.5			171	259	729	1209	—	855	15.54

繰り返し冷却加熱は図-1に示すように供試体を常温から冷却最低温度である -30°C まで冷却し、直ちに所定の時間供試体温度を一定にした後、常温まで戻した。これを1サイクルとし、20サイクルまで行った。

初期1サイクルと5サイクルごとに一次共鳴振動数から算出した相対動弾性係数の値を劣化の指標として用いた。供試体は気中で繰り返し冷却加熱を与えているが、 0°C 以上では極低温恒温恒湿器内の湿度を98%と設定し各サイクルごとに水分を供給した。

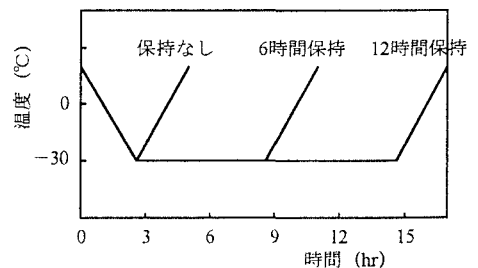


図-1 -30°C での温度履歴

3. 実験結果及び考察

実験に用いた4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図-2に示す。これらの温度履歴は図-1に示された -30°C にて保持を行ったものである。グラフ上の1点は供試体3個の平均値である。この図よりサイクルを繰り返すことによって、全体的に相対動弾性係数が低下していることが分かる。その傾向はW/C56%の場合に比べてW/C66%の方が、またAEコンクリートに比べてNon-AEコンクリートの方がより顕著に現れている。さらに、AEコンクリートの場合、温度保持を行うことにより、温度保持を行わなかったコンクリートに比べて、相対動弾性係数の値が徐々に低下するものの、Non-AEコンクリートの場合、温度保持の有無に関わらず動弾性係数の低下が非常に激しく、5サイクル以後においては温度保持の影響が確認できない程度まで劣化した。

保持時間の長さによる劣化の程度を比較するため、横軸に保持時間の長さ、縦軸に20サイクル終了時におけるW/C66%AEコンクリートの相対動弾性係数の値を表したのが図-3である。この図をみると -40°C 及び -50°C の場合、温度保持を行うと相対動弾性係数が大きく低下する結果となっている。また、保持する時間を6時間にしても相対動弾性係数の低下は2時間保持した

たものとほぼ横ばいになっていることから -40°C 及び -50°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。一方、 -30°C の場合においては温度保持の影響が非常に小さく、12時間温度保持を行っても、 -40°C 及び -50°C のような明確な温度保持の影響は観察されなかった。しかしながら、保持なしの場合に比べ、6時間、12時間温度保持を行った場合の方が相対動弾性係数の低下量が少しづつ増加していることが分かる。つまり、 -30°C で温度保持を行った場合、 -40°C 及び -50°C と比べ、保持の影響は少ないが、保持が頭打ちになる時間はより長くなる可能性が示唆される結果となった。

4. 結論

極低温下における繰り返し冷却過程において、 -30°C で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て、コンクリートは劣化する。しかしながら、 -40°C 及び -50°C の場合に比べ、温度保持の影響は少ない。

【参考文献】

- 1) 三浦尚：極低温下で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
- 2) 韓相黙，岩城一郎，三浦尚：極低温下における温度保持がコンクリートの劣化に与える影響，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.20，No.2，pp.931~936，1998

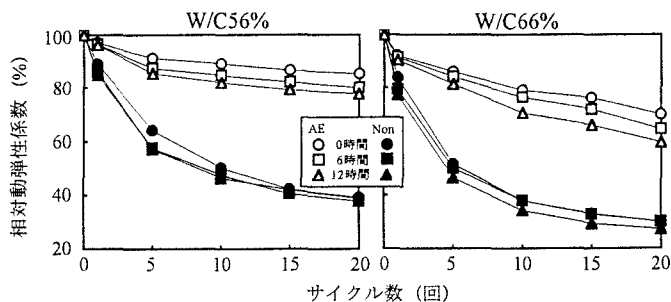


図-2 相対動弾性係数の比較

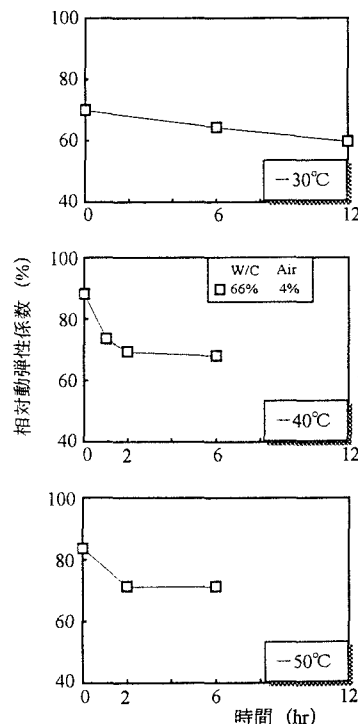


図-3 保持時間の違いによる影響