

V-23

繰り返し冷却されたコンクリートの劣化に及ぼす内部要因の影響

東北大学 学生員 ○ 児玉 浩一
 東北大学 正会員 三浦 尚
 東北大学 学生員 李 道憲

1. まえがき

LNG タンクなどでの極低温物質貯蔵用にコンクリート構造物が使用される機会は増加しており、他にも超伝導に関する研究の進歩により極低温下でコンクリートが用いられることも考えられる。このような極低温下での繰り返し冷却を受けるコンクリートの劣化は、きわめて厳しい低温劣化の外的要因下にあるため、一般の凍害による劣化より激しくなる。そこで、劣化に大きな影響を与える常温から -70°C までの極低温¹⁾での繰り返しを種々のW/Cと空気量を持つコンクリートに与え、劣化の内的要因の点から極低温下で使用できるコンクリートの配合条件を検討した。

2. 実験材料および実験方法

本実験に用いたコンクリートの配合は表1の通りであり、セメントは市販の早強ポルトランドセメントを使用し、混和剤は市販の高性能A E減水剤、A E減水剤及び空気量調整剤を使用した。供試体は $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ の角柱供試体を使用し、全て28日間水中養生を行った。常温から -70°C までの繰り返し冷却を与え、コンクリートの動弾性係数を適宜測定した。また、配合は、ASTM C666で定められた凍結融解試験の通常温度範囲の繰り返しで十分耐久的と判定されるものを設定し、過酷な条件である極低温の影響を検討した。

3. 実験結果及び考察

1) 予備実験

極低温下で使用できるコンクリートの配合等の内的要因の検討をするため、コンクリートの耐久性にとってもっとも過酷な条件を設定して実験を行うことを試みた。実験の温度範囲の最低温度が -70°C とかなり低いいため、供試体を水中で凍結融解させることは困難である。したがって、本研究では低温槽の相対湿度を98

%に保ち、水分の供給が十分である状態で冷却サイクルを与えることにした。そこで、水中と気中の冷却の違いによってもたらされる劣化の差を検討するために、通常の凍結融解試験の温度範囲で、水中、相対湿度98%、そしてコーティングをして水の出入りをなくした3つの環境の違いによる比較実験を行った。その結果が図-1である。相対湿度98%の条件下での凍結融解による劣化は、水中の場合とほぼ同じぐらいの劣化を示しており、これによって、相対湿度98%の条件下での凍結融解は、水中での繰り返し冷却と同様な過酷な条件であると考えられる。

2) 一般の凍結融解試験

-70°C の極低温下まで冷却することは、きわめて過酷な条件である。そこで、通常の凍結融解では十

表1 配合表

No.	W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					混和剤
				W	C	S	G		
1	36	2	37	174	483	610	1176	1.10^{-1}	
2	41	2	38	174	424	662	1172	0.30^{-1}	
3	41	3	40	169	412	677	1150	0.50^{-1}	0.0050^{-2}
4	46	2	40	171	372	698	1186	0.70^{-1}	
5	46	3	39	166	361	680	1204	0.15^{-3}	0.0025^{-4}
6	46	4	39	166	361	670	1186	0.25^{-3}	0.0060^{-4}
7	51	4	40	166	325	698	1186	0.10^{-3}	0.0030^{-4}
8	56	4	42	163	291	748	1171	0.10^{-3}	0.0030^{-4}
9	56	6	42	159	284	734	1147	0.10^{-3}	0.0030^{-4}

注) 混和剤の使用量はセメント重量に対する原液の重量(%)で表示した。

*1 高性能A E減水剤

*3 A E減水剤

*2 空気量調整剤

*4 空気量調整剤

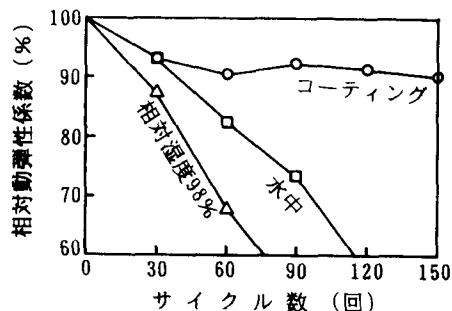


図1 環境の違いによる劣化の違い

分耐久的であるコンクリートの配合を選定した。表1に示される9種類の配合のコンクリートの温度サイクル毎の相対動弾性係数の低下の様子を図-2に示す。最も劣化が激しい配合でも、耐久性指数は約80であり、対象となったコンクリートは全て通常の凍結融解試験では耐久的と判定される。

3) 極低温への繰り返し作用

以上のように、1)で設定された過酷な条件下で、通常の凍結融解では耐久的とされたコンクリートの劣化を調べた。常温から-70℃までの繰り返しを受ける際の相対動弾性係数の低下を図-3に示す。図-2と大きく異なり、配合によって相対動弾性の低下に極端な差が生じ、劣化の進行が急激なものと緩慢なものに分けられる。

緩慢な劣化を示すコンクリートは比較的空気量が大きくW/Cの小さいもので、極低温下でも、空気量を大きくしW/Cを小さくすることでコンクリートの耐久性は向上する。しかしながら、十分な耐久性をもたせるための空気量やW/Cの条件は、通常の温度範囲の凍結融解の場合よりも厳しいものであると考えられる。

空気量とW/Cの両方を考慮して劣化との関係を表したのが図-4である。図中の数字は耐久性指数を示す。図中の線は耐久性指数が約60%を示す境界線である。耐久性指数60%以下の場合を劣化したと仮定すると、W/Cや空気量の組合せが線より左上の方にある配合では、本研究で設定された過酷な条件下でも劣化は起こらず、この線より右下の方にある場合には劣化をおこすと考えられる。

4. まとめ

外部から水が供給される状態で、コンクリートが常温から極低温までの温度サイクルを受けると一般の凍害より急速に劣化する。それは一般の凍害では劣化を受けないと思われるコンクリートさえこのような条件下では劣化する恐れがある。そして、極低温の影響を受けるコンクリートが劣化しないためには、一般の凍害を受けないようにするためのW/Cより小さく、また空気量をより多くしなければならない。

最後に、本実験の実施に際して東北大学工学部4年蜂谷和仁君に協力を頂いたことを感謝します。

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.368-369，1984.

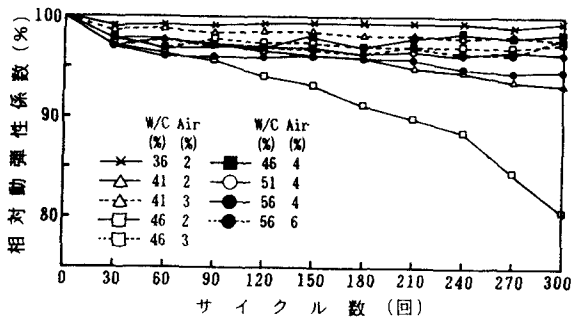


図2 一般の凍結融解試験による劣化の状況

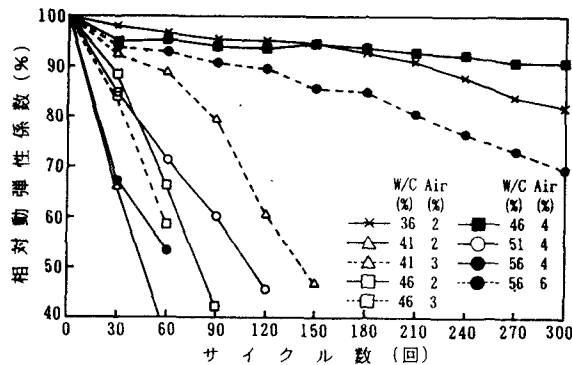


図3 極低温への繰り返し作用による劣化の状況

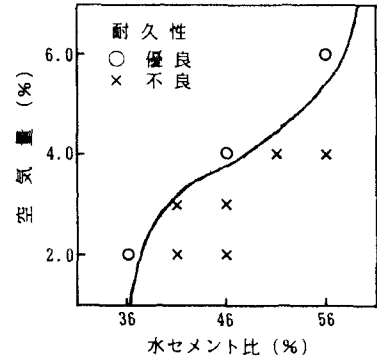


図4 空気量及びW/Cが劣化に及ぼす影響