

V-201

極低温まで冷却されたコンクリートの
劣化に及ぼす二軸載荷の影響

東北大学 学生員 中村 誠

東北大学 学生員 堀口賢一

東北大学 正会員 三浦 尚

1. まえがき

近年コンクリートはLNGなど極低温物質の貯蔵・運搬設備の建材として使用されてきている。今後、超電導技術の実用化によって、使用量はますます増加するであろう。このコンクリートは常温と極低温の繰り返し作用を受けることが考えられ、このような過酷な条件下ではコンクリートは劣化することが知られている。こうしたコンクリートの低温劣化は詳しく解明されなければならないが、とりわけ荷重の影響に関する研究が重要である。なぜなら、もしも荷重によって劣化が促進されるのであれば、無載荷状態での劣化試験よりも、実際の構造物中の方が過酷な環境であるということになるからである。これまでに荷重を考慮した研究は、堀口らによって報告されている^{1),2)}。このとき使用されたのはAEコンクリートのみであった。本研究ではnon-AEコンクリートを含めた異なる二種類の配合のコンクリート供試体を用いて、二軸載荷された状態で常温と極低温の間で凍結融解を作用させ、その劣化を調べた。

2. 実験方法

本実験に用いたコンクリートの配合を表-1に示す。セメントは市販の早強ポルトランドセメントを用いた。粗骨材の

表-1 配合表

配合 種類	スランブ の範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	水セメ ント比 (%)	細骨 材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 AD
1	11±1	4±0.5	66	42	170	257	752	1175	0.675
2	12±1	2±0.5	66	42	178	270	761	1184	0.674

最大寸法は25mm、細骨材は宮城県大和産山砂、粗骨材は宮城県丸森産碎石を用いた。供試体は10×10×10cmの立方供試体とし、28日間水中養生を行った後に供試体表面にコンタクトポイントストレインゲージ、箔型ストレインゲージ、熱電対を取り付けた。供試体の載荷及び冷却装置の概略を図-1に示す。

実験は、まず鋼板によって供試体を挟み、油圧ジャッキで荷重をかけナットを締めて荷重を一定に保つようにした。このとき偏心の程度を知るために、箔型ストレインゲージによってひずみを確認しながら載荷し、偏心が大きいうであればやり直した。かける荷重は荷重レベルで10%、20%、30%とした。これは、実際の構造物中の荷重の大きさと装置の能力を考慮して決定した値である。供試体と鋼板の間には供試体と同じ配合で作製した載荷用コンクリートを設け、せん断力の発生を抑えた。その後クリープが無視できるまで放置し、+4℃～-70℃での冷却・加熱を4サイクル繰り返した。冷却には液体窒素の噴霧の制御によって行い、加熱は自然融解とした。供試体の中心部温度を測定するために、熱電対を埋め込んだ供試体も同時に冷却した。冷却速度は約-0.33℃/minとした。載荷供試体は、冷却加熱1サイクル終了ごとに荷重をかけたままの状態ではコンタクトポイントストレインゲージでひずみの測定を行い、4サイクル終了後に除荷してひずみと動弾性係数の測定を行った。無載荷供試体は載荷供試体と同時に冷却加熱を作用させ、同様にひずみと動弾性係数の測定を行った。実験後、動弾性係数を用いて相対動弾性係数を算出した。

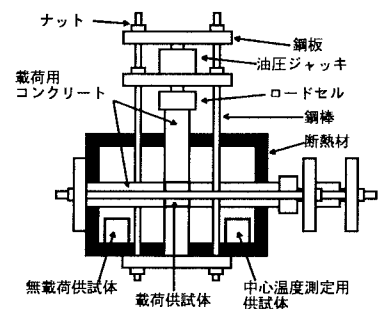


図-1 実験装置の概略図

3. 結果及び考察

(1) 相対動弾性係数

図-2に荷重レベルと相対動弾性係数の関係を示した。ここでの無荷荷供試体の値は、荷荷供試体と同時に測定したものをを用いている。各荷重条件での荷荷供試体と無荷荷供試体を比較すると、二軸荷荷した供試体は無荷荷供試体に比べて劣化が抑制されているということがわかる。ただし、配合1の20%、30%の一軸荷荷において無荷荷供試体よりも劣化が進んだ荷荷供試体もあった。これは前述した過去の研究と比較して、あまりに劣化が激しいことから、凍結融解作用による劣化ではなかった可能性がある。つまり、荷荷時に大きな偏心があり、それによって供試体にクラックが生じていたのかもしれない。この点については今後詳しく調査しなくてはならない。それぞれの荷重条件で劣化の程度を比較してみると、配合1では荷重レベルが10%から20%の間で最も劣化が抑制されている。配合2ではあまりはっきりした傾向が現れていないが、荷重レベルが30%と大きくなると、荷荷供試体の劣化が若干進行する傾向がみられる。このため、やはり荷重レベルが10%から20%程度で、最も劣化の抑制効果が高くなると考えられるが、いずれにせよ荷重による劣化の抑制効果は二軸荷荷したコンクリートにおいても確かめられた。

(2) 残留ひずみ

残留ひずみは、凍結融解のサイクルが進行するにつれて変化していく。その様子は、供試体を受ける荷重によって異なっている。図-3には各サイクルごとの残留ひずみの一例を示した。これは荷重レベルが縦30%横10%のときの例であるが、荷重が小さい横方向に大きく膨張していることがわかる。これはほとんどの荷荷状態の下で見られる傾向であり、この他にも荷重レベルが縦と横で同じ場合にも、膨張量あるいは収縮量が異なっているのがみられた。これは荷重のわずかな違いが、残留ひずみに反映したものと思われる。また、配合2の方が膨張が大きい、これは配合の違い、特に空気量に違いによるものと思われる。

4. 結論

本実験で行われた荷重レベルの範囲で、繰り返し極低温まで冷却されるコンクリート供試体は、二軸荷荷によって劣化が抑制された。特に荷重レベルで10%から20%程度の荷荷を行ったときに劣化の抑制効果が高くなる。このことから、荷重レベルが20%までの範囲ならば、実際の極低温に曝される構造物中のコンクリートは安全側であるといえる。また、二軸荷荷された供試体は荷荷の大きい方に収縮、荷荷の小さい方に膨張する。

参考文献

- 1) 三浦 尚, 井口 文宏, 堀口 賢一: 二軸荷荷されたコンクリートの低温劣化に関する研究, セメント・コンクリート論文集, No.48, pp.566~571, セメント協会, 1994.
- 2) 堀口 賢一, 三浦 尚: コンクリートの低温劣化に及ぼす二軸荷荷の影響, コンクリート工学年次論文報告集, 第17巻第1号, pp.1007~1012, 日本コンクリート工学協会, 1995.

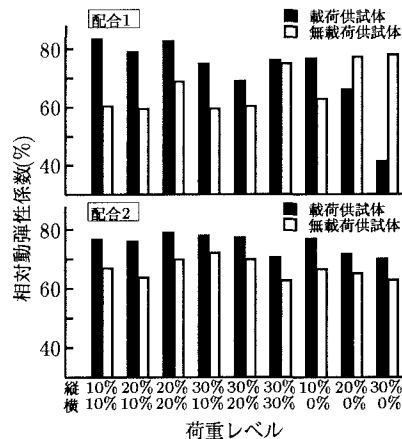


図-2 荷重レベルと相対動弾性係数の関係

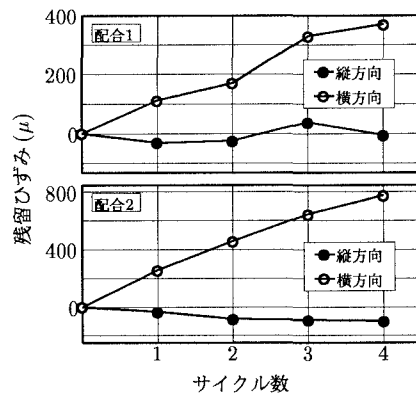


図-3 サイクルごとの残留ひずみ (荷重レベルは縦30%横10%)