

コンクリートの低温劣化に及ぼす、二軸载荷の影響

東北大学 学生員 ○堀口 賢一

東北大学 正会員 三浦 尚

東北大学 田代 玄

1. はじめに

近年、LNG（液化天然ガス）の貯蔵設備にPC製やRC製のものがつくられるようになってきている。また、今後、実用化が進むと思われる超電導関連施設においてもコンクリートが使用されることは十分に考えられる。これらの設備はその性格上、常温と極低温の間で、繰り返し凍結融解作用を受けることになる。

コンクリートは無载荷の状態では、水セメント比が小さいほど耐久であり、また、外部から水の供給があるとコンクリートの劣化が促進されることが、過去の研究により明らかにされている¹⁾。一方、一軸载荷状態では、荷重レベル（圧縮強度に対する载荷荷重の割合：以下同様）が10～20%の時に、無载荷状態に比べて最も効果的に劣化を抑制できることも明らかにされている²⁾。

そこで本研究では、より実際の構造物の応力状態に近いと思われる二軸载荷状態で凍結融解試験を行ない、荷重レベルとコンクリートの劣化の関係について調べた。また、一軸载荷状態との比較も行った。

2. 実験材料および実験方法

本実験に用いた配合を表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。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。

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 (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	混和材 AD
25	11±0.5	54±0.5	66	42	170	257	752	1175	0.644

コンクリート供試体は10×10×10cmの立方体供試体で、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、熱電対を装着した。

供試体の载荷および冷却装置の概略を図1に示す。供試体への载荷はジャッキで荷重をかけ、固定用ナットを締めて荷重を一定に保った。クリープの影響が無視できるまで放置した後、+4～-70℃の冷却・加熱を4回繰り返した。冷却・加熱速度はそれぞれ0.33℃/min、0.11℃/minとした。冷却・加熱1サイクル終了毎に、供試体に荷重を载荷したままの状態 でコンタクトポイント・ストレインゲージによって歪の測定を行った。更に、同時に冷却・加熱した無载荷供試体については相対動弾性係数の測定も行った。4サイクルの冷却・加熱が終了した後、除荷して载荷供試体の相対動弾性係数と残留歪を測定した。

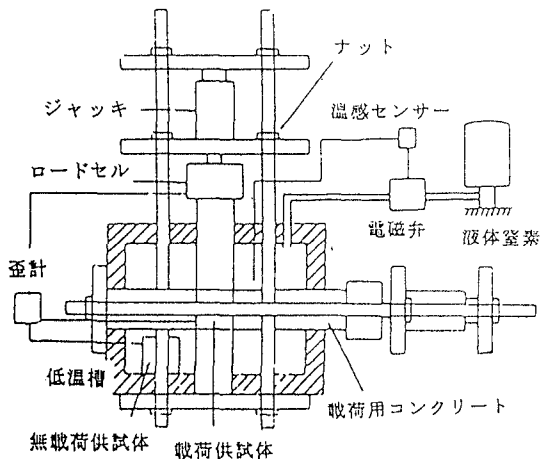


図1 実験装置

3 実験結果および考察

図2は、二軸载荷荷重の一方を固定し、もう一方を変化させた場合の結果である。この図を見ると、一方が荷重レベル10%のときに劣化抑制効果が最大になることがわかる。

図3は、冷却・加熱4サイクル終了後除荷した、一軸载荷供試体の相対動弾性係数を示している。この図には、本実験で用いた立方体供試体の結果とともに、円柱供試体（ $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ ）の結果²⁾も併記している。これから、供試体の形状によらず、荷重レベル10%において最も劣化が抑制されることがわかる。

図4-1、2は二軸载荷供試体における各冷却・加熱サイクル終了毎のサイクル数と残留歪の関係を示している。二方向で荷重が異なる場合は、荷重の小さい方向に大きく残留歪が生じる。また、荷重が等しい場合は、残留歪も等しく生じると思われるが、実際には荷重レベル10%・10%、20%・20%、30%・30%のいずれにおいても均等に残留歪の生じているものはない。この原因は、载荷荷重のわずかな差でも荷重の小さい方へ膨張するためと考えられる。

図4-1、2は二軸载荷供試体における各冷却・加熱サイクル終了毎のサイクル数と残留歪の関係を示している。二方向で荷重が異なる場合は、荷重の小さい方向に大きく残留歪が生じる。また、荷重が等しい場合は、残留歪も等しく生じると思われるが、実際には荷重レベル10%・10%、20%・20%、30%・30%のいずれにおいても均等に残留歪の生じているものはない。この原因は、载荷荷重のわずかな差でも荷重の小さい方へ膨張するためと考えられる。

4. 結論

- 1) 一軸、二軸の载荷条件や供試体の形状によらず、荷重レベルが10%のときに最も劣化が抑制され、これは荷重拘束のない無载荷状態よりも劣化が抑制される。また、荷重レベルが10%を超えると荷重による劣化抑制効果は低下する。
- 2) 一軸载荷の条件下においても、荷重レベルが10%を超えると荷重による劣化抑制効果は低下していくが、特に注目すべき点は、载荷供試体が円柱供試体のときには、载荷レベルが上がっても無载荷供試体ほどは劣化しない。これに対し、立方体供試体では無载荷供試体より劣化したことである。この点については、今後更に詳細な調査が必要である。
- 3) 立方体供試体においては、二軸载荷よりも一軸载荷の条件下において、より劣化が激しい。

[参考文献]

- 1) 三浦尚、Kovacs Ferenc、李道憲、小野雅毅：载荷時に -70°C まで繰返し冷却をされたコンクリートの歪と劣化に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集第12巻第1号、PP.703~708、コンクリート工学協会、(1990)
- 2) 三浦尚、堀宗朗、松井淳：载荷時に冷却されたコンクリートの劣化に関する研究、セメント・コンクリート論文集、No.45、PP.448~453、セメント協会

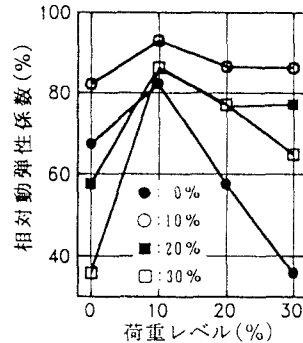


図2 二軸载荷供試体の相対動弾性係数

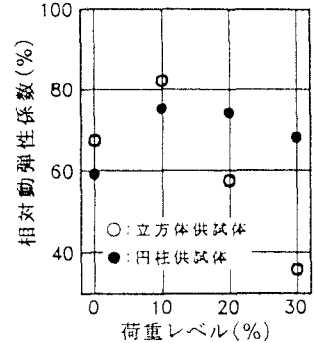


図3 一軸载荷供試体の相対動弾性係数

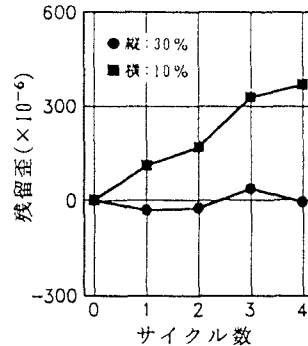


図4-1

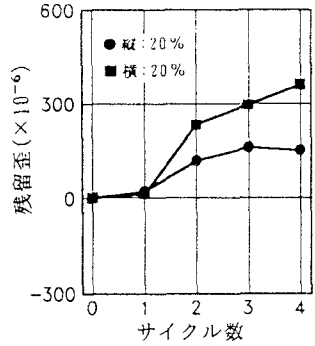


図4-2