

1. まえがき

寒冷地のコンクリートは冬期の凍結融解により劣化し、コンクリートそのものが使用の目的を達することができなくなる場合が多いが、コンクリート構造物の凍害の程度と耐力力の減少との関係を求め、どの程度劣化した場合に使用の目的を達することができなくなるかの問題点に關する研究報告が少ないように考えられる。

一般に、コンクリート構造物の凍害は、その隅角部、ならびに表面から進行し、有効断面が少なくなるとともに強度が低下する。また、鉄筋コンクリート構造物は凍害により、鉄筋が露出するなどして劣化し、使用目的を達することができないようになってくるのが野外の調査の結果あきらかになっている。したがって、この問題点に着目し構造物の凍害の進行とともにその耐力力がどのように低下するかについて検討することにした。

2. 試験方法

試験は凍結融解による劣化の状態を早く知るため、供試体を塩水中で凍結融解を行ない劣化の進行にともなう耐力力の減少について検討した。試験は供試体の高さの約 $\frac{1}{2}$ まで塩水を入れて行なった。

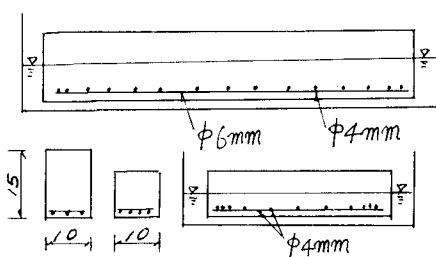


図-1 供試体の配筋と塩水中凍結融解試験装置

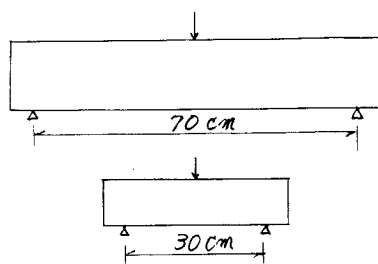


図-2 載荷方法

塩水濃度は海水中の塩分と同程度の値 表-1 コンクリートの配合と骨材の諸数値

配合	量	スラップ	鉄量	S/A	W/C	C	W	S	G	
1	20	10	1.0	45	40	520	210	700	900	
2	20	10	1.0	45	50	410	210	740	950	
3	20	10	1.0	45	60	345	210	770	985	

合と比較するとともに、鉄筋の場合は細骨材比重256、吸水量281、粗粒率9.11、粗骨材比重259、吸水量297

配筋の有無についての比較を行なった。次に $15 \times 10 \times 80$ cm (80 cm 供試体)の鉄筋コンクリート供試体をつくり、凍結融解による耐力力の低下について検討した。試験方法、供試体の配筋を図-1、2に示す。また、コンクリートの配合、骨材の諸数値を表-1に示す。凍結融解サイクルは1日1サイクルとし $\pm 20^\circ\text{C}$ とした。

3. 試験結果と考察

図-3は塩水中で凍結融解を行ない供試体の劣化にともなう耐力力の低下と重量減少率を求めたものである。40 cm 供試体の試験結果を示したもので $W/C = 60\%$ については無筋コンクリートの場合に10サイクル前後から劣化の影響があるわれ、20サイクル以上になると急速に劣化が進行し、写真-1に示すごとく劣化は水面上にも及び、耐力力は試験前の $\frac{1}{3}$ にまで低下している。一方、鉄筋コンクリートの場合も同様に20サイクル以上になると急速に劣化し、無筋の試験前の値よりも低い強度になり、鉄筋の効果はほとんどないことがわかる。重量減少率は25サイクルで15%となっているが、この場合はすでに鉄筋コンクリートとしての作用はないことがわかる。 $W/C = 50\%$ の無筋の場合は80サイクルで試験前の60%程度にまで低下しているが、鉄筋コンクリートの場合は50サイクル前後で試験前の約 $\frac{1}{2}$ まで減少し、無筋コンクリートの試験前の強度程度となっている。

また、鉄筋コンクリートで配筋のない場合は試験前の3セは、配筋のある場合の2.5セより若干小さい値となっているが、凍結融解によって急激に耐力は低下し、試験前の40%までになっている。以上のことから、鉄筋コンクリートでは配筋が耐力に与える影響は無視できないことがわかる。この場合の重量減少率は10%程度となっている。特に、鉄筋コンクリートの場合は鉄筋周辺のコンクリートの劣化が耐力に与える影響が大きいことを示している。一方、無筋コンクリートの場合は劣化はするが鉄筋コンクリートにくらべて耐力の低下が小さいことがわかる。これはコンクリートの劣化によるものである。

W/C=40%の場合は無筋コンクリートでは140サイクルで約1/2に耐力が低下している。鉄筋コンクリートの場合は約3/4程度に耐力が低下しているがまだ鉄筋コンクリートとしての耐力は保持していると考えられ、コンクリートの劣化はみられるが鉄筋はほとんど露出していない。この場合は現在試験中であるが、無筋コンクリートと同程度の強度に低下するまで長期間を要すると考えられ、W/C=40%とすると耐久性が向上することがわかる。

図-4はW/C=60%の場合の80cm供試体の耐力について試験した結果を示したものである。試験結果を参照すると17サイクル前後で鉄筋が露出し試験前の約1/2の強度に低下し、25サイクルでは主鉄筋が完全に露出し、さらに試験前の1/4程度まで強度が低下していることから鉄筋が露出すると急激に鉄筋コンクリートの耐力が低下することを示している。写真-2は劣化の状態を示したものであり、図-5は試験時の鉄筋の露出状態を示したものである。

以上のことから、鉄筋コンクリートの場合は鉄筋周辺のコンクリートの劣化による鉄筋とコンクリートの付着強度の減少が耐力を低下させること、さらに配筋のある場合は耐力の低下が少なく耐力に与える影響が大きいことがあきらかとなり、腹鉄筋の効果についての検討が必要であると考えられた。また、重量減少率は同程度の場合でもW/Cの差によって耐力は異なることは劣化の性状の差によるもので特にW/Cが小さい場合は粗骨粒の不良部分からの劣化が大部分であった。

4. あとがき、凍害による耐力の減少については現在試験中であり、腹鉄筋、配筋鉄筋の耐力に与える影響、さらにコンクリートの強度低下と付着強度の低下など広範囲な検討が必要である。塩水を用いて耐力の低下を検討したが、浸水中においても同様の傾向を示すと考えられるが、劣化の性状が異なる場合の耐力に与える影響について検討する必要があり、まとまり次第報告する。

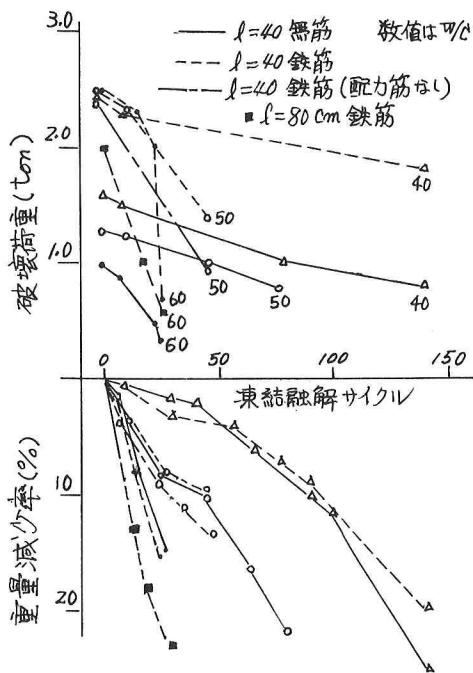


図-3 凍結融解による耐力と重量の減少

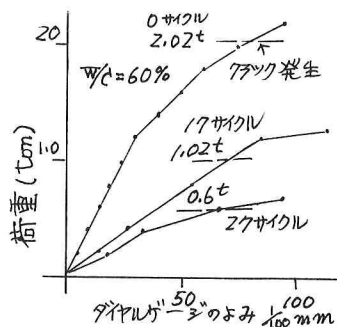


図-4 凍結融解による耐力の減少

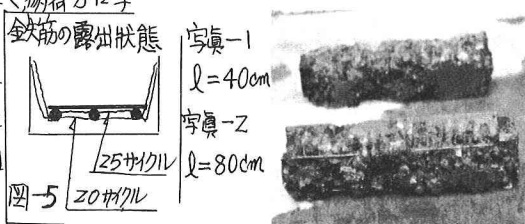


図-5