

極低温下における鉄筋コンクリート梁の性質について

東北大学 正員 阿部 喜剛
 東北大学 学生員 小島 滋
 東北大学 学生員 平野 孝行

I まえがき

極低温下における鉄筋コンクリート梁(RC梁)の性質について 当研究室で種々の実験が行われてきたが、今回の報告は 各鉄筋比におけるRC梁に関して、韌性率^{*}と終局強度に及ぼす含水比の影響、温度の影響について行なう。

II 実験材料と配合

コンクリートは早強ポルトランドセメント、細骨材は宮城県白石産川砂(比重 2.55, 吸水量 2.32%)粗骨材は宮城県丸森産砕石(比重 2.86, 吸水量 0.76%)で使用粒度は土木学会の基準に合致するように3種類にフルイ分けとして使用した。配合は、単位セメント量 300kg, w/c=50%, s/a=38% であり減水剤を使用した。梁の主鉄筋には、市販の横溝型鉄筋(SD30; D22, D19, D16)を用い、スターラップにはSR24, 中9の丸鋼を使用した。

III 実験方法

RC梁の形状寸法を図-1に示し、載荷は3等分2点載荷とした。梁は水中養生と気乾養生に分けて、4種類の鉄筋比(4.55%, 3.37%, 2.25%, 1.57%), 4種類の温度(-150℃, -100℃, -50℃, 常温)用に計32本製作し、各々、コンクリートのひずみ、スパン中央のたわみ、温度を測定した。梁は低温槽内で所定の温度まで冷却し、4個の熱電対の温度差が6℃以内になるように調整した。たわみは槽外のためみ測定装置に取り付けたダイヤルゲージで測定した。

IV 実験結果と考察

(1) 韌性率について

韌性率の結果を図-2に示す。これによれば、温度が低くなると-100℃付近までは温度の低下につれて韌性率が増大し、さらに温度が低くなると韌性率は、急激に低下し、-150℃付近においては常温と同程度までに低下する。一方、水中養生を行な、たものは気乾養生を行な、たものより大きな値と持つことが明らかになった。このことは、含水比が増大するに従いコンクリート強度が増大することが主原因ではないかと考えられる。

* ここで言う韌性率とは次のように求めた。すなわち図-5で示されるような荷重-たわみ曲線が求められR_s時、韌性率はR/aで与えられるものとする。ただし、線分BCは正負R_sの0の位置をもつものとする。

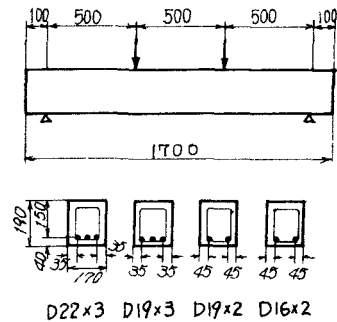


図-1 供試体の形状寸法

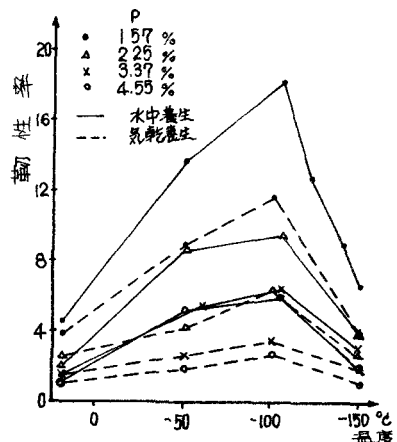


図-2 韌性率と温度との関係

(2) 終局強度について

図-3に示すように低温度になるに従って、終局曲げ抵抗モーメントが増大する。また全体的に水中養生の方が気乾養生を施したもののより終局曲げモーメントが高い。さらに水中養生と気乾養生との差が -100°C までは広がる傾向にあり、 -150°C になると狭くなるようである。図-4には RC梁の曲げ耐力を無次元化して M_{ult}/bd^2f_c と表示し、さらに鉄筋比(P)と鉄骨割合鉄筋比(P_b)との比 P/P_b を求めそれらの関係を示した。これによれば、常温時の耐力とほぼ同程度の能力をもつことがわかる。さらに、これらの実験値は、引張破壊に関する終局曲げモーメントの算定式 $M_{ult}/bd^2f_c = 8(1-0.59P)$ (ACI-ASCE 合同委員会提案式) とよく一致している。

(3) 荷重-たわみ曲線について

荷重-たわみ曲線の結果の一部について図-5と図-6に示した。図-5の同一鉄筋比のグラフにおいては、温度が低下するに従って曲線に凸凹が出てくるようになり、 -150°C ではかなり大きな凸凹を持つグラフとなる。また、常温時においては弾性限界から正または0の勾配をもつ状態が短かく、かつ負の勾配をもつ状態が長い。一方、低温下における梁では、弾性限界から正または0の勾配をもつ状態が長く、負の勾配を持つ状態が存続しないか、あるいはごく短い。このことは、極低温下では常温時に比較して急激に破壊する、言い換えれば脆性になることを示している。また、図-6の同一温度のグラフにおいては、鉄筋比が小さくなるに従ってたわみ量が大きくなる。すなわち韌性率が増大する。

参考文献

Mattok A.H. and Kriz L.B. and Hognestad E. "Rectangular Concrete Stress Distribution in Ultimate Strength Design" A.C.I., Feb 1961

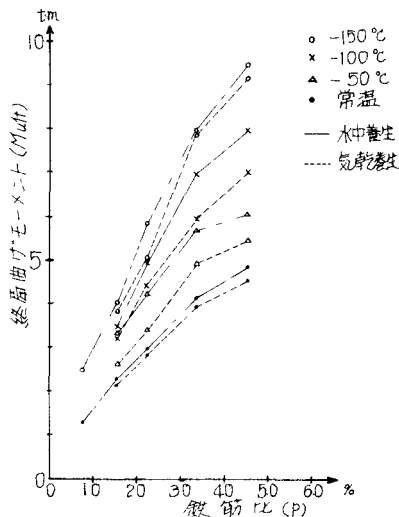


図-3 終局曲げモーメントと鉄筋比との関係

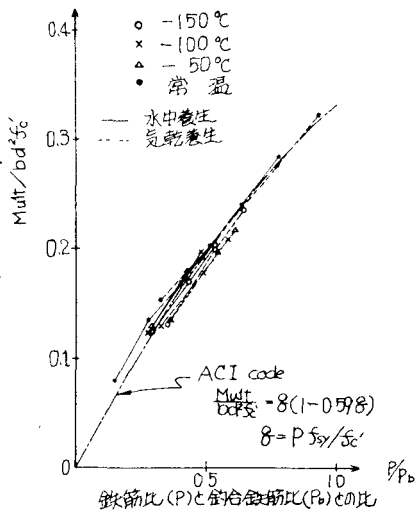


図-4 M_{ult}/bd^2f_c と P/P_b との関係

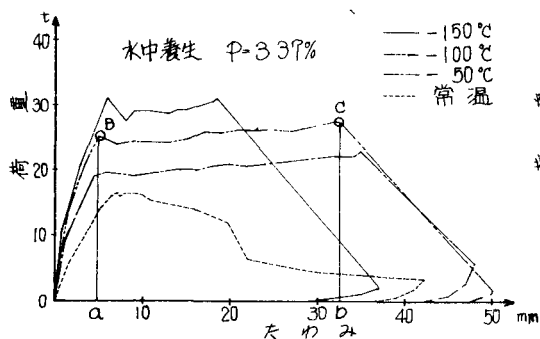


図-5 同一鉄筋比における荷重-たわみ曲線

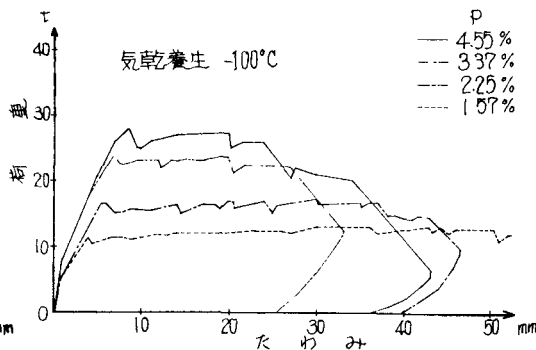


図-6 同一温度における荷重-たわみ曲線