

極低温下における鉄筋コンクリート梁の性質に関する研究

東北大学 正員 ○阿部喜則
東北大学 正員 三浦 尚
東北大学 正員 板橋洋房

1) まえがき

近年、液化天然ガス(-162℃)の利用が盛んになり、その貯蔵用大型タンクが、各地で次々と建設されている。これらのタンクは、鉄筋コンクリート製のものが多く、内部に断熱材、シール材等を取り付け用いられている。液化天然ガスは-162℃と極低温のため、その容器である鉄筋コンクリートも長い年月、又は不慮の事故等で極低温下にさらされる。そこで極低温下におけるコンクリートの諸性質を把握する必要があるが、未だ十分に明らかにされていない。今回の研究は、鉄筋コンクリート矩形梁供試体を用い、含水量、鉄筋比、断面、温度を数種に変え、耐力、たわみを測定し、一考察をしたものである。

2) 使用材料

早強ポルトランドセメント、砕石(宮城県丸森産、比重286)、川砂(宮城県白川産、比重252)、減水剤(フェボールC)、横7ミ異形鉄筋(SD30、D16)、組立鉄筋(SR24、φ9)

3) 配合

単位セメント量 388 kg/m³、 $\rho_w = 50\%$ 、 $\rho_a = 38\%$ 、
スランプ 11cm、粗骨材の最大寸法 20mm、
空気量 4.0%

4) 実験方法

試験は材料14日で行い、水中養生(脱型後13日間 21℃±3℃、含水量約7%)、気乾養生(脱型後13日間 20℃±3℃、湿度50%、含水量約5%)の2種、供試体寸法および鉄筋比3種は図-1に示す。鉄筋比はA、B、Cタイプとし(以下この様に呼ぶ)。実験装置は図-2に示す。載荷は3等分2点載荷、荷重はジャッキで行ないロードセルにより検出した。たわみ、歪はスパン中心で測り、それを槽外に取り出し百分ゲイタルゲージ、歪計で測定した。試験温度は3種(常温、-100℃、-150℃)、冷却は梁に埋めた熱電対(C.C.)により所定の温度になるよう液体窒素ガスを噴射し調整しながら徐々に冷し行なった。

5) 結果および考察

図-3、4にA、Bタイプの荷重-たわみ曲線を示す。いずれのタイプも低温時になるにつれ破壊荷重が直線的に増加し、水中養生のもので-100℃では常温の約1.7倍、-150℃で約2.0倍、気乾養生では-100℃で約1.5倍となった。

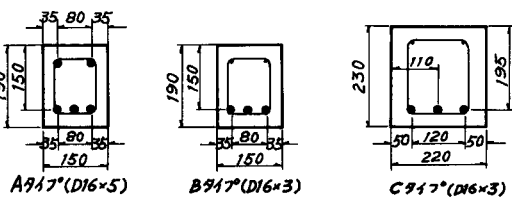
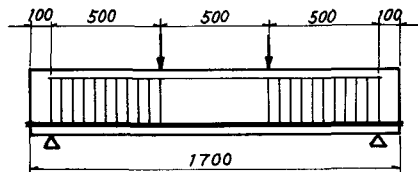


図-1 供試体寸法および断面 (単位: mm)

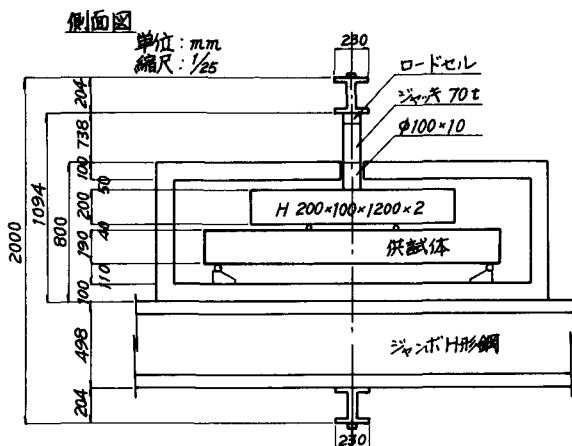


図-2 梁の実験装置

表-1に実験値と計算値の比較の一例を示す(-150℃の場合)低溫時におけるコンクリートの圧縮強度および鉄筋応力等をを用い計算すると、計算値は実験値に近い値になり、その差を見ると、数パーセント以内で良く合った。(注) コンクリートの最大ひびきは、三浦らの極低溫下における鉄筋コンクリート梁の強度とひびきに関する研究 昭 53 土木学会年次大会講演概要集より転記した。

表-1 実験値と計算値との比較の一例 (-150℃の場合)

コンクリートの 圧縮強度	鉄筋の降 伏点の強度	種 類	コンクリートの 最大ひびき	終局曲げモーメント (t.m)		
				実験値	計算値	比率
水中養生 常溫時 41.9 (kg/cm ²) 低溫時 11.69 (kg/cm ²)	常溫時 44.00 (kg/cm ²) 低溫時 72.00 (kg/cm ²)	A	5000 ^{×10⁻⁴}	6.19	5.76	1.07
		B	—	6.21	5.78	1.07
		C	—	8.24	7.93	1.04

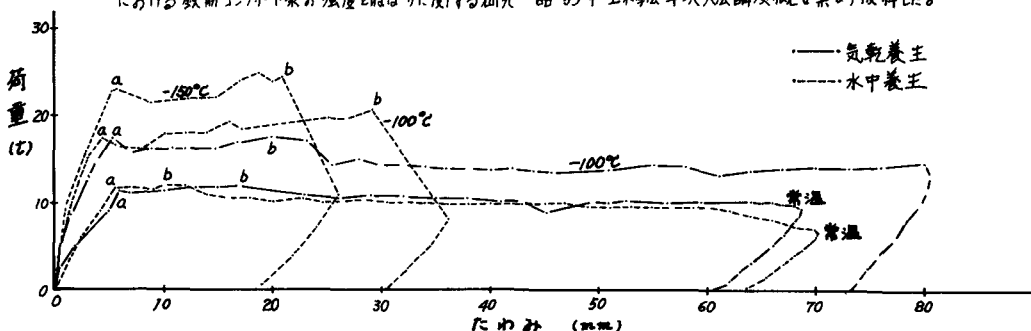


図-3 Aタイプの荷重-たわみ曲線

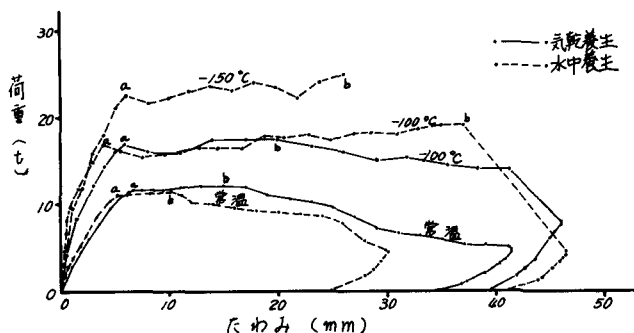


図-4 Bタイプの荷重-たわみ曲線

梁のねばりについて

図-3,4の荷重-たわみ曲線の中で、降伏時たわみ(a)と、曲線が正から負に変わる点のたわみ(b)との比(%)をコンクリートのねばりの尺度とした場合、プロットしたものが図-5である。この図からもわかる様に、いずれのタイプも-100℃付近で最大になり、-150℃付近になると低下してしまう。又、Bタイプ断面に複鉄筋を入れたAタイプについて見ると、水中養生を行なったものは、常溫時と同じ程度であるが、低溫時になるとBタイプより劣る。又、気乾養生は若干であるがBタイプより良い。一方、図-6に示す降伏荷重の低下で低下した所のたわみでねばりを比較すると、Aタイプで水中養生のものは、常溫時で大きくBタイプを上回るが、低溫時になるとBタイプより劣る。気乾養生のものは、Bタイプより大幅に上回り、しかも水中養生を行なったものより、ねばりは大きくなる。この様に、極低溫下における含水量が多い場合の複鉄筋梁は、単鉄筋梁に比較して常溫時ほどねばりに対し有効ではない。又、含水量の少ない場合の複鉄筋梁は、常溫時、-100℃時ではねばりが大きい。

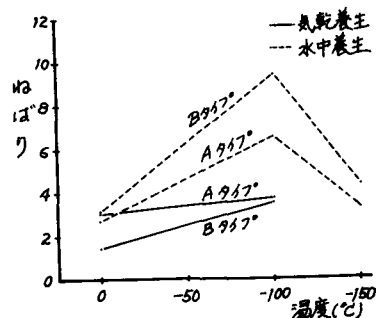


図-5 温度とねばりの関係

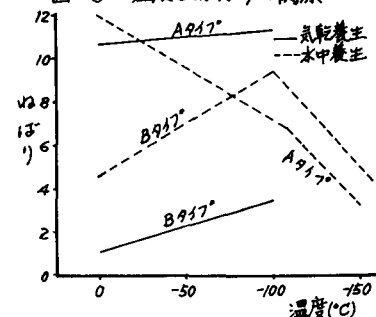


図-6 温度とねばりの関係 (降伏荷重の低下の所のもの)