

（株）熊谷組 土木設計部 正会員 清水 昭男
同 上 ○大田 弘

1. まえがき

ここ数年来、我国においてもLNG（液化天然ガス）の導入が行なわれている。周知のようにLNGは -162°C と極低温であるため、貯蔵タンク設計上、種々の問題が提起されている。本報告はコンクリート中の水の状態を変化させた場合の強度の低温特性に関する実験概要である。

表2 コンクリートの配合

粗骨材 の最大 寸 法 (mm)	スランブ の 範 囲 (cm)	水セメン ト 比 (%)	単 位 量 (kg/m^3)			
			水 W	セメン ト C	細骨材 S	粗骨材 G
25	5 ± 2	55	139	253	963	1194

2. 実験材料および実験方法

供試体の配合を表1に示す。セメントはアサノ普通ポルトランドセメント、粗骨材の比重2.78、粗粒率7.05、細骨材の比重2.74、粗粒率2.98である。又、供試体は $\phi 100 \times 200$ の円柱供試体である。

28日間水中養生後、コンクリート中の水の量を所定の値に脱水するため乾燥器を用いた。本実験ではコンクリート中の水の量を表2に示すような4つのSTATEに変化させた。冷却方法は、ドライアイスと液体窒素との併用とし、温度管理は埋込まれたCu-Co熱伝対により行なった。

表2 各 STATE

STATE	養 生	水中取り出し後	脱 水 量
I	28日間 水中養生	す ぐ 冷 却	0%
II	"	40°C 15 hours 乾 燥 後 冷 却	2.0
III	"	110°C 15 hours 乾 燥 後 冷 却	3.5
IV	"	200°C 15 hours 乾 燥 後 冷 却	5.5

3. 実験結果

低温になるにつれて圧縮強度、引張強度はともに増加した。圧縮強度は最大 $1,100 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 以上（常温下強度の約5倍）引張強度は最大 $80 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 以上（常温下強度の約3倍）であった。

凍結前のコンクリート中の水の量が多い方が強度の増加も大きくなった。図1に圧縮強度と脱水量との関係、図2に引張強度と脱水量との関係を各試験温度について示した。これによると一般に圧縮強度、引張強度ともに脱水量が少ないほど強度が高く、低温になるにつれて脱水量による影響が大となっている。



図1 圧縮強度－脱水量

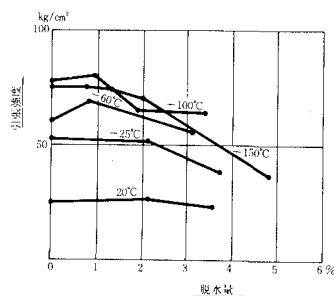


図2 引張強度－脱水量

※ 脱水量の算定は次式による。

$$\text{脱水量}(\%) = \frac{W - W'}{W} \times 100$$

ここで、

W：乾燥前の重量(g)

W'：乾燥後の重量(g)

図3は圧縮強度と試験温度との関係、図4は引張強度と試験温度との関係を各STATEについて表わしたものである。

最大強度は圧縮、引張いずれの場合も $-100 \sim -150^{\circ}\text{C}$ 付近で得られ、最もコンクリート間ゲキ中の水の量が多いSTATE Iの場合が最大値を示した。

4. まとめ

図1.2よりコンクリート間ゲキ中の水の量が多いほど、温度が低いほど強度が一般に高い。これは最近の研究とも傾向は一致している。

また、 -100°C と -150°C 線は上述した傾向を満足していないが、これは $-100^{\circ}\text{C} \sim -150^{\circ}\text{C}$ の間でコンクリート間ゲキ中の氷の性質の変化が強度に影響していると考えられる。

これらより凍結状態におけるコンクリートの強度におよぼす支配的な影響因子として考えられるのは、

- イ) 凍結前のコンクリート間ゲキ中の水の量
- ロ) 氷の性質および温度によるその性質の変化であろう。

コンクリートを複合材料として考えると、凍結状態においては常温下では潜在欠陥となっていた空ゲキetcが氷によって満たされることになる。これにより空ゲキへの応力集中が緩和されることになりこの結果、みかけ上、強度は著しく増加したものと考えられる。

文末ですが、本実験にあたって多大な御協力をいただきました北大土木工学科コンクリート研究室の皆様に対して厚く感謝の意を表する次第であります。

参考文献

1) 清水昭男, 大田 弘 「極低温下におけるコンクリートの力学的特性に関する実験」
熊谷組技報 第19号 / 1977。6

図3 圧縮強度－温度曲線

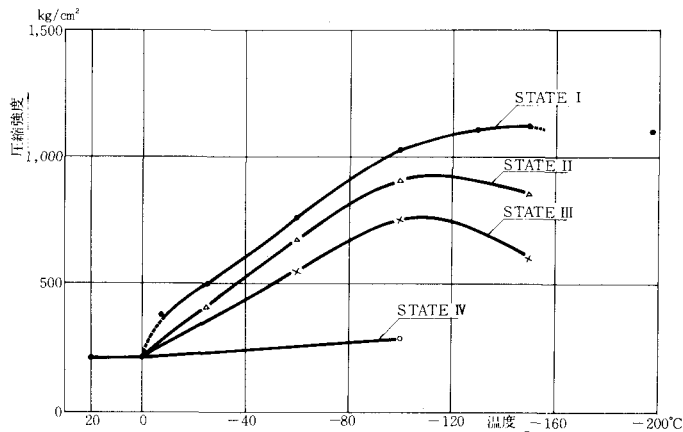


図4 引張強度－温度曲線

