

V-9 施工季節とコンクリートの強度発現性状

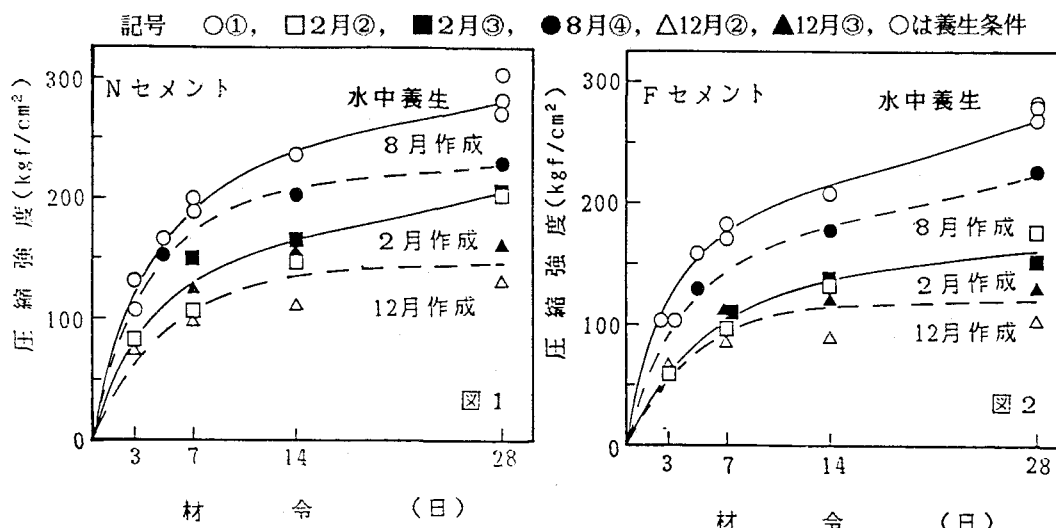
北見工業大学 正会員 鮎田 耕一 同 林 正道
同 桜井 宏 同 猪狩 平三郎
学生員 磯野 克由

1. まえがき コンクリート構造物の多くは、自然環境の中で温度や水分の複雑な条件下にさらされている。特に、寒冷地では低温の影響を受けるので、一般に冬季施工のコンクリートは夏季施工のそれよりも永久に強度が低いのではないかという疑念が昔から存在している¹⁾。そこで、本研究では北見市で冬と夏に作成、暴露したコンクリートの28日強度やそれ以降の長期強度性状に及ぼす温度と水分の影響を明らかにし、材令のほかに温度と水分条件を考慮することにより長期暴露コンクリートの圧縮強度を推定する方法について検討した。

2. 使用材料と実験方法 セメントは普通ポルトランドセメント（記号N）とフライアッシュセメントB種（記号F）、骨材は川砂と川砂利（最大寸法25mm）、混和剤はアニオン系のAE減水剤と補助AE剤を用いた。

コンクリートの配合は、 $W/C=0.55$ 、 $C=260\text{Kg}$ （Nセメント） 249Kg （Fセメント）で、スランブ $8\pm 1\text{cm}$ 、空気量 $4.5\pm 1.0\%$ 、練り上がり温度 $20\pm 2^\circ\text{C}$ になるように試し練りによって決定した。供試体作成は、2月上旬（N、Fセメント）、8月上旬（Nセメント）、中旬（Fセメント）、12月中旬（N、Fセメント）に行い、養生条件は、① 20°C 水中養生のほかに、2月、12月作成の供試体については、② 10°C 3日間と③ 10°C 7日間、8月作成の供試体については、④ 20°C 5日間麻袋養生とした。脱型はいずれも打ち込み後24時間で行い、養生条件②～④の供試体は養生後本学土木工学科実験棟（RC造り平屋）屋上に暴露した。暴露中の供試体温度を供試体中の熱電対（銅-コンスタンタン線）により常時記録した。また、暴露期間の日平均相対湿度を北見市天気相談室の定時観測値から求めた。圧縮強度試験は材令3～365日で行い、暴露供試体は供試体温度とほぼ等しい水温（供試体温度がマイナスの場合には $+5^\circ\text{C}$ ）の水槽中に4時間浸水後試験に供した。

3. 実験結果 図1、2に材令28日までの圧縮強度発現性状を示した。材令28日の圧縮強度は、 20°C



水中養生，8月，2月，12月作成の順に小さくなる。特に、暴露後から低温にさらされる12月作成の供試体は、セメントの水和反応が停滞し強度増進が緩やかである。

図3，4にこれらの供試体の-10℃を基準として求めた積算温度と圧縮強度の関係を示した。圧縮強度と積算温度の対数値はほぼ直線関係にあり、材令28日までの範囲では、施工季節、水分条件が異なっても、圧縮強度は時間温度関数で示すことができる。

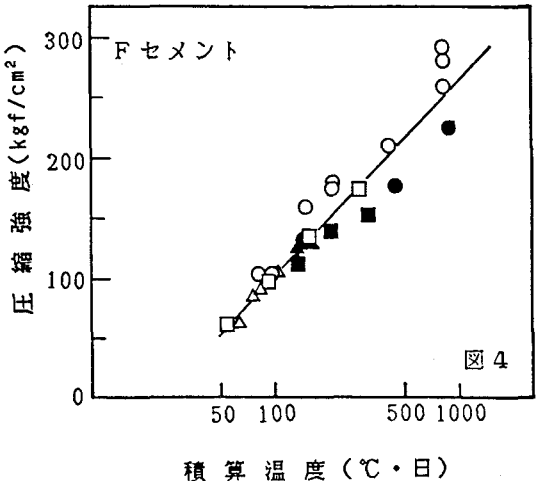
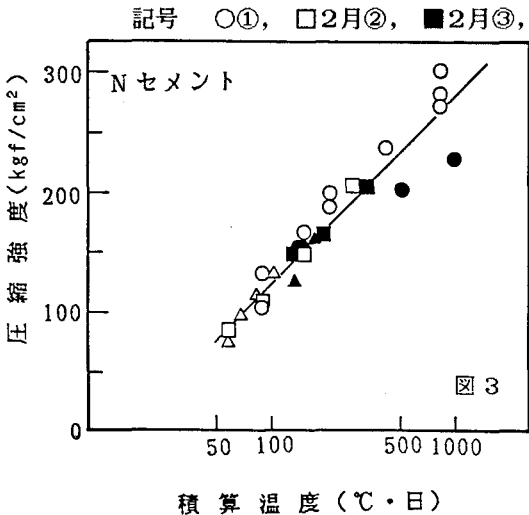


図5，6に、材令1年までの圧縮強度の発現性状を示した。夏季（8月）作成の供試体の強度は早く発現するが、その後の増進割合が少ないのに比べて、冬季（2月，12月）作成の供試体では長期強度が大きくなる傾向にある。1年というオーダーでみた場合、冬季施工のコンクリートの強度は夏季施工のそれと同等になるといえる。

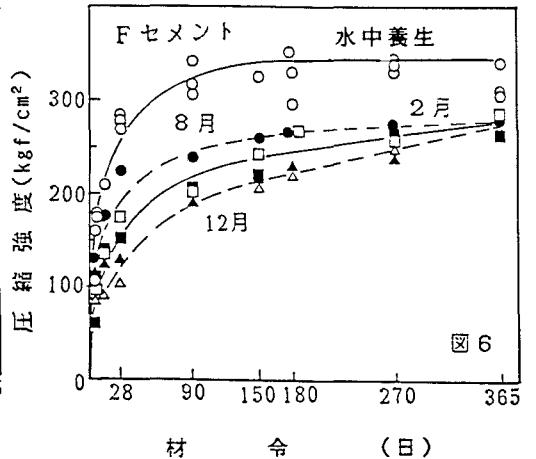
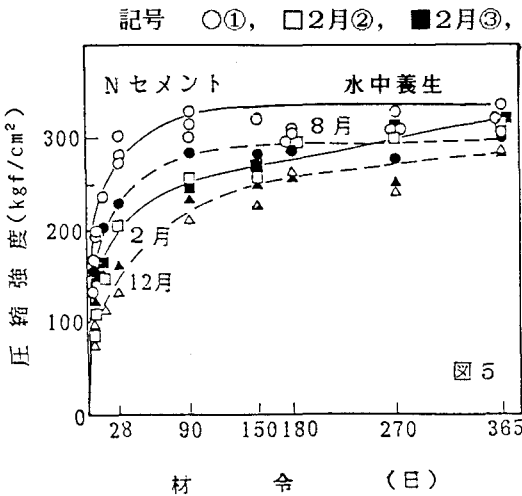
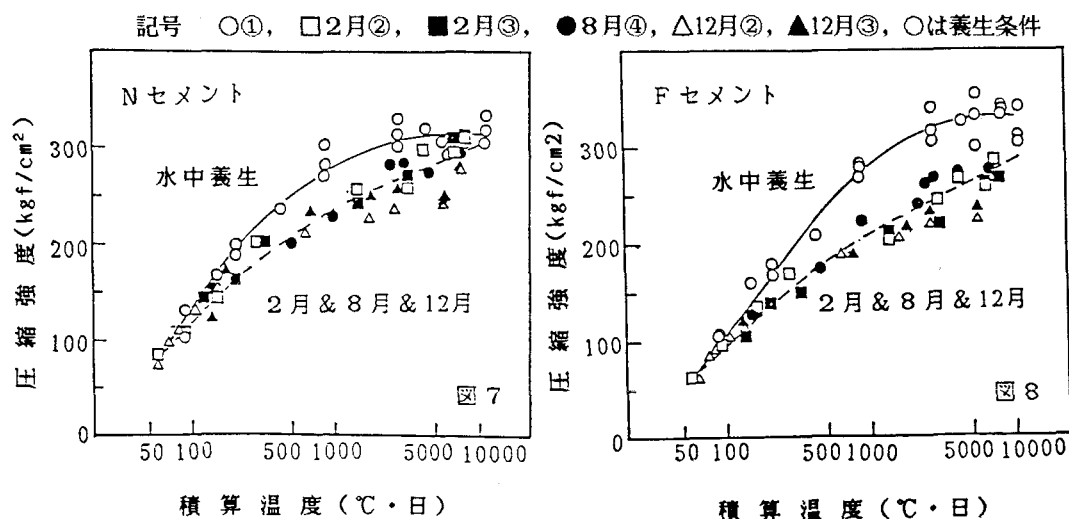
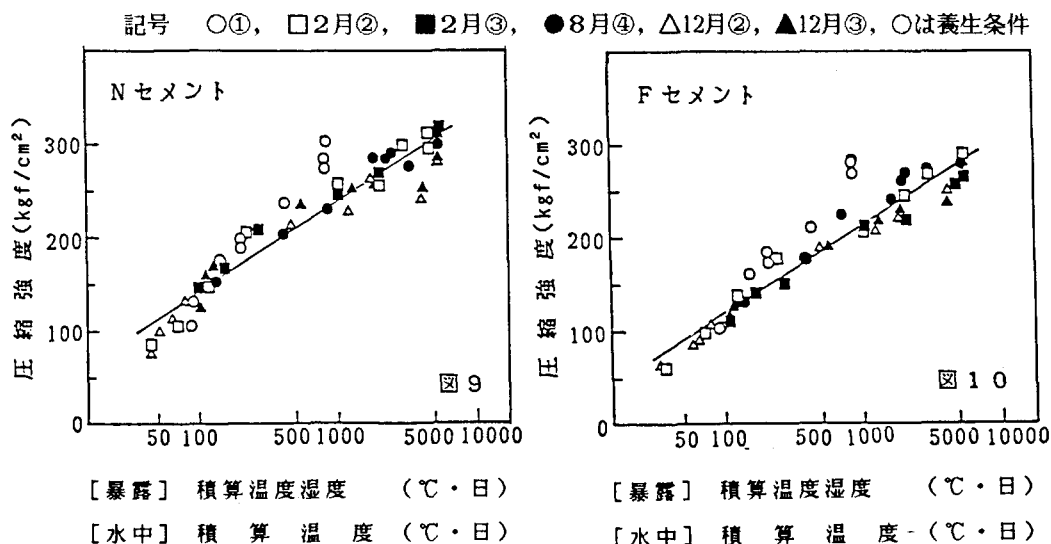


図7, 8に、 -10°C を基準として求めた材令1年までの積算温度と圧縮強度の関係を示した。暴露供試体の強度は、作成時期が異なってもほぼ同一の積算温度曲線で表されるが、 20°C 水中養生の場合とは明らかに異なる。この最も大きな原因は、水分条件の違いであろう。



そこで、 -10°C を基準に求めた暴露供試体の温度に日平均相対湿度を乗じた値と日数の積の総計（積算温度湿度と仮称）を求め、それと圧縮強度の関係を図9, 10に示した。ただし、図中の 20°C 水中養生供試体の場合は、積算温度そのものである。材令と温度のほかに相対湿度を考慮することによって、実気象条件下のコンクリートの圧縮強度を 20°C 水中養生強度からある程度推測することが可能である²⁾ことをこの図は示している。

しかし、 20°C 水中養生供試体の積算温度と暴露供試体の積算温度湿度が同じ場合を比較すると、 20°C 水中養生供試体の強度の方が暴露供試体のそれより大きく、この傾向は積算温度、積算温度湿度が大きい



くなるほど、すなわち材令が長期になるほど強くなる。これは、20℃水中養生供試体の水中における水和促進作用及び暴露供試体の温度や相対湿度では考慮されない強度発現停滞作用による影響を積算温度や積算温度湿度だけでは表し得ないためであろう。20℃水中養生供試体の暴露供試体に対する水和促進効果がどの程度であるかを調べるために、積算温度と積算温度湿度が等しい20℃水中養生供試体と暴露供試体の圧縮強度比(α)を求めたところ次式を得た

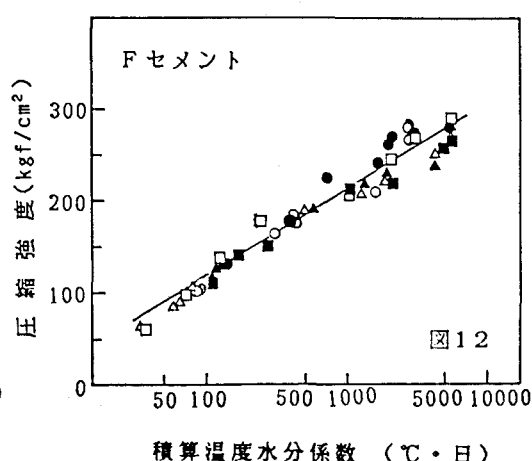
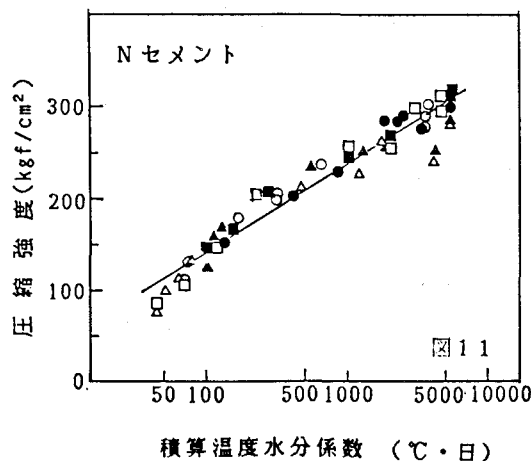
$$\text{Nセメント: } \alpha = 0.13 \times (20^\circ\text{C水中養生の材令}) + 0.52$$

$$\text{Fセメント: } \alpha = 0.19 \times (20^\circ\text{C水中養生の材令}) + 0.56$$

すなわち、暴露供試体の積算温度湿度に相当する20℃水中養生供試体の指標は、積算温度に水中における水和促進効果を示す係数 α を乗じた値と考えることができる。今、この指標を積算温度水分係数と仮に呼ぶことにし、暴露供試体の積算温度湿度もこの中に包含して考える。図11、12は、このようにして求めた20℃水中養生の積算温度水分係数と圧縮強度の関係を示している。図中には、暴露供試体の積算温度水分係数、すなわち、積算温度湿度と圧縮強度との関係も併せて示してある。温度、水分条件が異なっても、コンクリートの材令1年までの圧縮強度は積算温度水分係数の対数値と直線関係にある。

北見市におけるある限られた条件のデータを基にして求めたものではあるが、施工季節の異なるコンクリートの長期材令の圧縮強度を20℃水中養生コンクリートの圧縮強度から推測できることをこの図は示している。

記号 ○①, □②月②, ■②月③, ●⑧月④, △⑫月②, ▲⑫月③, ○は養生条件



4. まとめ 1) 冬季施工の材令28日までの圧縮強度は、夏季施工のそれより小さい。2) 材令28日までの圧縮強度は、施工季節、水分条件が異なっても同一の積算温度直線(-10℃基準)でほぼ表される。3) 冬季施工の材令1年の圧縮強度は、夏季施工のそれと同等になる。4) 実気象条件下にあるコンクリートの材令1年までの圧縮強度は、材令と温度のほかに水分条件を考慮することによって、20℃水中養生コンクリートの圧縮強度から推測できる。

本研究の実施にあたり、御協力頂いた日本気象協会北海道本部網走支部並びに北見市天気相談室に感謝申し上げます。

参考文献 1) 林正道：寒中および暑中コンクリート 山海堂

2) 鮎田耕一、林正道、磯野克由：寒冷地におけるコンクリートの強度発現性状、土木学会第42回年次学術講演会講演概要集 P P. 328, 1987. 9