

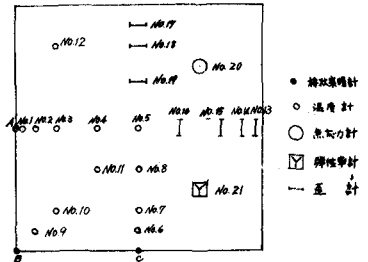
北海道大学 工学部 正員 工博 ○山岡 勲

北海道大学 大学院 学生員 藤田 睦博

北海道大学 工学部 学生員 田村 義治

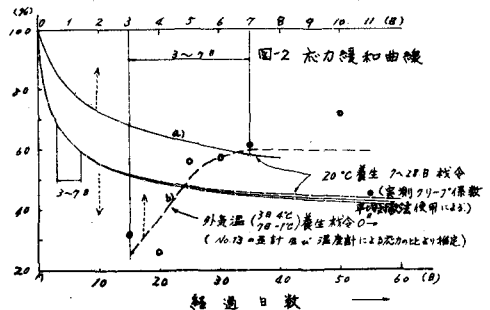
マスコンクリート（たとえばダムコンクリート）では、コンクリート

硬化時の水和熱で上昇した内部温度は容易に発散しないから、外気温度が低い時はコンクリート内部に著しい温度勾配を生じ、表面近くに引張応力が現われ、これが初期強度をこえる場合にそれが発生することは周知のことである。本報告は図-1に示す計器を埋設して冬期を迎える11月20日に北大構内にお設された、3m平方で厚さ0.5mのモデルブロックにおける測定値をもって、外気温度の内部温度勾配を従って応力に及ぼす影響、さらに気温の変化に伴う温度応力の応答、温度勾配より計算した応力と歪計からえた実測応力の相関などについて考察を行なう。（本報告は文部省の科学研究費補助金(特別研究)による研究成果の一部であることを付記する。）



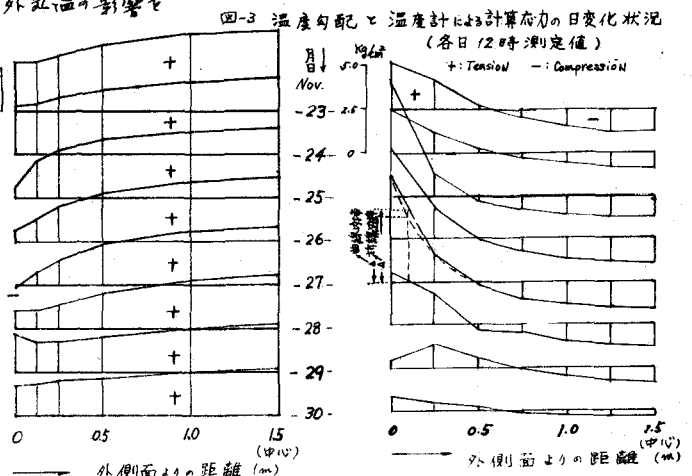
1 モデルコンクリートブロックと埋設計器

コンクリートモデルは表-1の配合をもつ生コンクリートで、予め打設された数コンクリートの上におかれた。打設温度14.5℃で打設は2回に分けて行なわれ、25cm厚さの平面に図-1に示す計器が埋設された。太い12個の炭素カルボン型温度計(TE-100K型)と8個の歪計(CS-10D型)1個の弾性歪計(CY-100K型)であり、これらは何れも有効に作動した。またコンクリート上部は2cmのS.P.板で気温と断熱された。側面の型枠は打ち5日で外され四方の側面から外気温の影響を受けるようにした。（試験関係省略）



2 温度応力の算定法

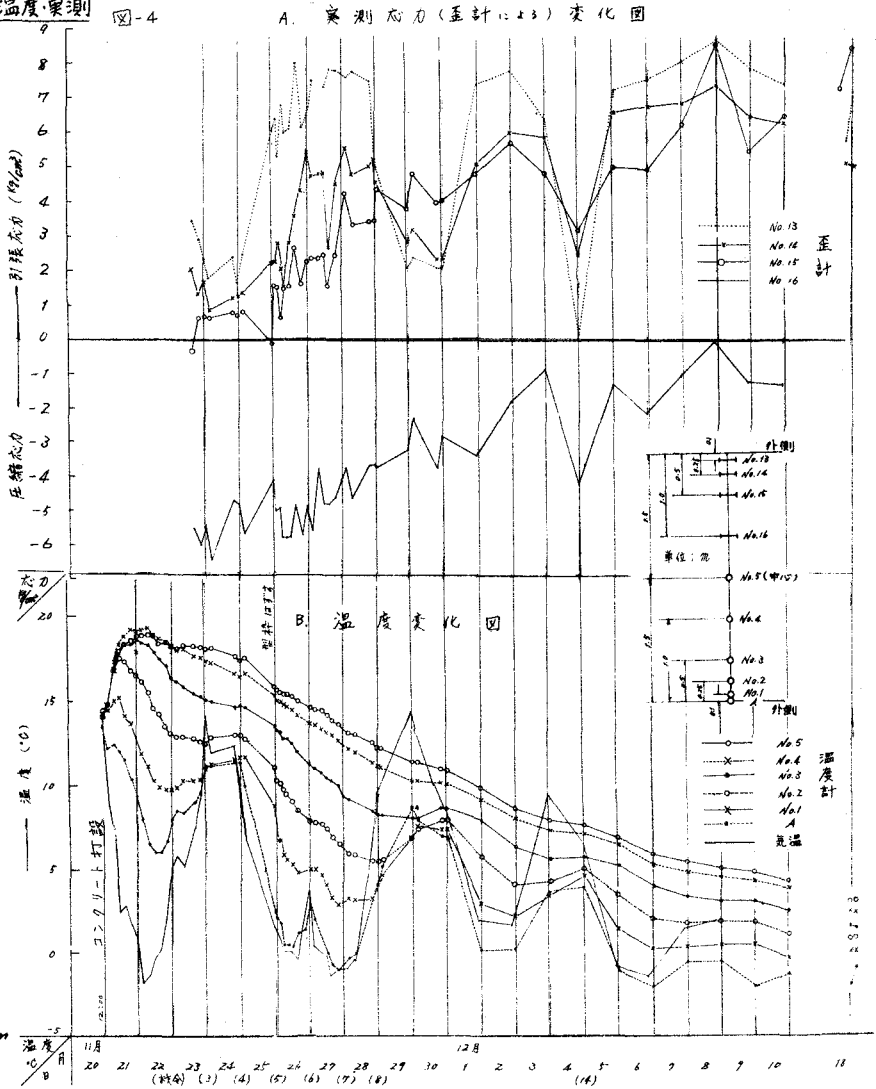
温度計による温度分布を作り、温度応力の2次元平面系に対する弾性方程式を25cm格子の差分近似法で解き(36元連立方程式HIPAC103使用)、図-2に示せる近似差分計算法による応力緩和曲線a)により弾性変形を考えた温度応力を求めた。図-3はその結果の1例で中央線に流すもので温度勾配と対比させる。



3 外気温の内部温度・寒測

応力変化への影響

温度計・歪計の観測は11月20日から12月18日(28日)まで56回行った。図-4に各国の測定結果が示される。図-4の位置図が示す如くに温度計No.1, No.2, No.3における温度応力は歪計No.13, No.14, No.15による寒測応力に等しくなる筈である。外気温(最も下端)の影響は気温が21日, 25, 27, 1日, 等の寒波のピークと23日, 29日, 3日と温暖のピークをもつて判定に都合がよい。内部温度が下げる影響は外側程強くNo.3をとおす45m/mまで7m以上内部



に入ると殆ど影響なく、この場合は仮設後時時間で5℃上昇して内部温度は徐々に降下し、約50日の税わく取はず(後指数関数的に徐々に温度とさげ28日目75℃位の冷却を示す。これは上表面よりの外気の影響でない。これは曲線の滑らかさともみても合り、自然冷却であるが、恰もそのにおける内部のバグ・クーリングの理想的な結果を示す如くで、本実験の結果には何ら支障がない。次に型枠の有無による気温の影響は21日と26日を比較すれば分る。たゞ気温が29日, 3日の如く急いヒおいてもコンクリート表面がそれ

表-1 配合

セメント	粗骨材	スラブ	空気量	単位体積重量	W/C	重量(%)	ヤング率
種類	mm	cm	kg	kg/m³	%	S	G
普通	40	5.0	3.7	220	146	66.5	790

表-2 試験結果一例

検査日	3日	7日	14日	28日
気温(℃)	12.95	12.76	12.76	12.71
表面温度(℃)	4.1	8.2	12.9	22.2
引張強度(%)	4.1	8.2	12.2	20.0
ヤング率	131x10³	142x10³	179x10³	
グーテン	0.16	0.33	0.30	0.30
弾性係数	0.10	0.23	0.20	0.22

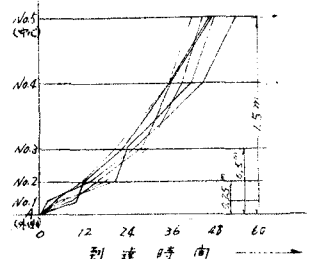


図-5 気温ピークの伝達速度図

ほとんど昇じて来るのは観測が往率は正午1回であることも考えねばならぬ。気温のピークの伝達には各点の変化図からいえるが図5の如き速度図をえら。ピークが内部に入る程早く伝達する状況がわかる。次に実測応力(歪)への影響も図4のAとB図を相対比すれば明瞭である。特にNA13(外側より10cm)では気温に応じて引張応力 9.9 kg/cm^2 の3つの山と 0.2 kg/cm^2 の3つの谷を示す。しかも興味あることはNa14より内部Na16までの応力の変化を概今20日位までに限つて巨視的にみれば、経過日数とともに外部の引張応力は増加(内部の圧縮応力は減少して、その応力差はほぼ一定な如くである。これは内部温度の冷却低下(内部の応力減少)と外側干渉による(外部応力の増加)影響として説明できるものか。また29日の如く表面近くの温度勾配が逆勾配になるとNa13の引張応力は減少するが、同様な温度ケースの4日の方がより減少しており、Na16の応力にも影響を与えているのも興味ある問題点である。(9日のNa15の応力増加の理由不明)。

4 温度勾配と温度応力の相関

図3にもとつて温度勾配と計算応力の毎日の相対を検討すれば、25日の勾配の強い場合に大きな引張応力が側面に生じ、29日の如き逆勾配の場合は小さな応力になっている。これは温度分布から計算したもの故である。

で、実測応力が果してこのようになっていたか問題点である。そこでNa1~Na2間の15cmの温度勾配を標り実測応力との関係プロットにたものか図6である。プロットの番号で概今が明示される。重なり3~10日概今の計算応力を黒丸でプロットした。同一温度勾配でも概今によって温度応力(実測)に幅があり概今の若いものの(A)から概今の13日位のもの(C)の勾配まで、概今で傾斜が変わる。計算のものが(b)に近いのは5~7日の実測応力に近い(温度勾配との関係をもつためであろう。○と●の左右の位置は#23から変わる。

5 計算応力と実測応力の相関

図7に示さるべく同一位置における両者の相関はよくはないが総体的プロットをみれば近似していると云える。図8に概今との関係を示すが、計算応力を実測応力に合せるには図2に大胆な推定を示した応力緩和がはたわぬかボクソン比をより小さくすると事が考えられる。(表2備考)。

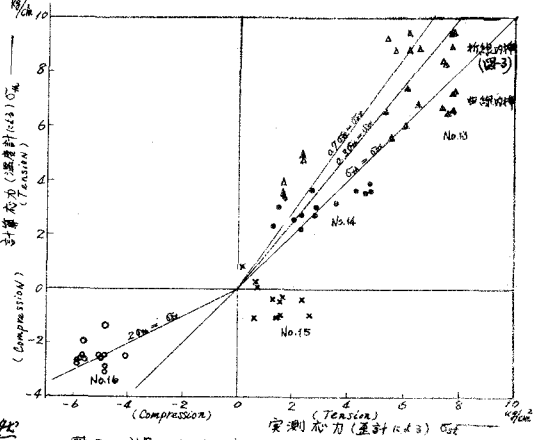
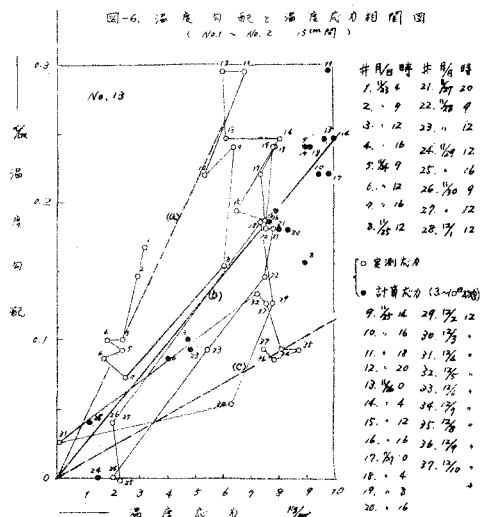
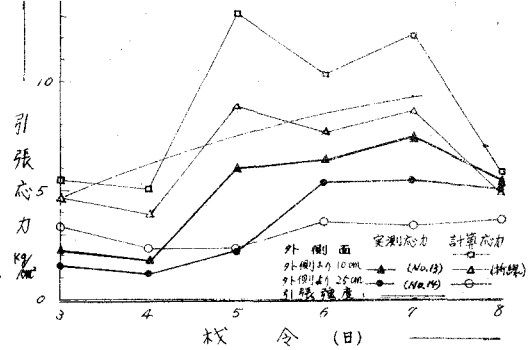


図-7. 計算(温度勾配)と実測(歪計)による温度応力の相関(計#7-70)

図-8. 初期概今における温度応力



- 1) 小沢三三: マスコンクリートの初期ひびわれとそれ防止対策に関する研究(1)(II), 発電水力Na59, 1962
- 2) 山岡 豊: 金山9kmの施工, 林施工, Vol. 6 No. 1, 1965