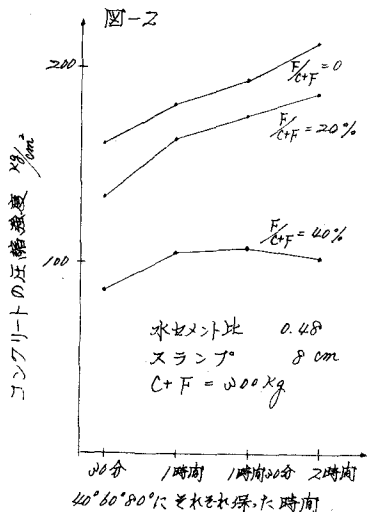
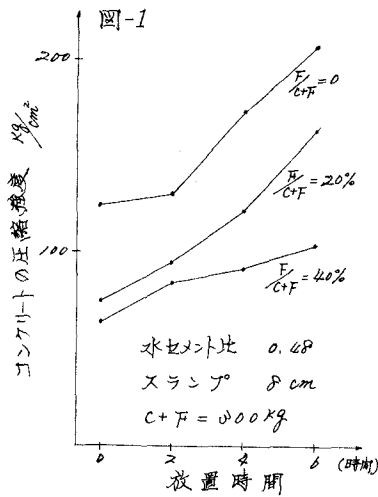


Ⅳ- 8 高熱トンネルのコンクリートに関する基礎研究

東京大学 工博 國分正胤
東京大学 修士 吉田弥智

温泉地帯にトンネルその他の構造物を作る場合には相当な高温部にコンクリートを打込むことになる。現在、黒部川上流地帯では約 100°C ～ 110°C の温度の岩盤部に取水トンネルを造る必要にせまられている。この講演はこの様な場所に掘ったトンネルをコンクリートでライニングする場合、コンクリートがどの程度の悪影響を受けるかについて基礎的に研究した結果を述べようとするものである。表-1は 100°C の高温部分にコンクリートが打込まれた場合の強度を示した一例であって、高温度の悪影響が著しく、コンクリートは初期強度も小さく、又、枚令に伴う強度の増加も非常に小さい。この傾向は凝結時間のおそい



セメントを用いたものほどいじりしい。又試体の上部にはひびわれがみとめられ、フライアッシュでセメントの一部をおきかえたものではブリージングによってフライアッシュの一部は水と共に上昇した。図-1は打込んだコンクリートを高温にさらすまでの時間、即ち放置時間を0, 2, 4, 6時間と変化させた場合における強度を示したものであって、放置時間の長いものほど強度も大きく、6時間放置したものの強度は直ちに高温にさらしたものの2倍以上になっている。図-2は、温度を上昇させる速さがコンクリートの強度に及ぼす影響を示したものである。 40°C 、 60°C 、 80°C 、 100°C の4種の温度の水槽を作り、コンクリートを打込んだ型枠をこれらの水槽に順次に容れて 100°C の温度に達させた。 40°C 、 60°C 、 80°C の3種の水槽に容れておく時間をそれぞれ10分づつ、1時間づつ、1時間10分づつ、2時間づつと変化させた場合の強度を比較したものである。温度上昇度の急なものは高温による悪影響が大きいことが示されている。これは高熱地帯のトンネルにコンクリートライニングを行う場合には、岩盤を予め冷却すると共に打込んでから少くとも4時間ぐらいはコンクリートを冷却することが望ましいことを示すものである。

以上の実験に示されている様に、高温度による悪影響の程度は温度、温度上昇度及打込んでから高温にさらされるまでの時間等によって著しく変化する。高温地帯に掘ったトンネルのコンクリートについて論ずる場合には、先ず打込んだコンクリートの温度上昇程度を明らかにす

る必要がある。それで
模型実験を行うと共に
黒部川地帯の試験トン
ネルに於て研究した。
模型実験に於ては打込
んだコンクリートの一
側を高温(100℃)に
保ち、他の一側を低温

(40~40℃)に保った場合に於ける各部分のコンク
リートの温度を実測した。実験の結果は次の式による
計算値によく一致した。

$$U = U_0 + \frac{(U_a - U_0)x}{a} + \frac{4}{\pi}(U' - U_0) \sum_{s=0}^{\infty} \frac{1}{2s+1} e^{-\frac{K^2(2s+1)^2\pi^2 x}{a^2}} \times$$

$$\frac{\sin \frac{(2s+1)\pi x}{a}}{a} + \frac{2(U_a - U_0)}{\pi} \sum_{s=1}^{\infty} \frac{(-1)^s}{s} e^{-\frac{K^2 s^2 \pi^2 x}{a^2}} \sin \frac{s\pi x}{a}$$

但し U : コンクリートの温度(℃) U_0 : 低温側温度

U_a : 高温側温度 U' : コンクリートの打込温度 a : コンクリートのまき厚 K^2 : コンクリートの温度伝導率

図-3は黒部川人見平試験に於ける実測値を示したものである。トンネル内部に露出する
岩盤の温度はコンクリートを打込む前には47℃であったが10℃のコンクリートを打込
むとコンクリートのために冷却され、再び47℃にもどるのにまき厚75cmの場合に於て
は12~30時間を要している。この為コンクリートの温度上昇度は最も着しい所で必
ずすぎなかった。温度上昇度は岩盤の温度及び温度伝導率、打込み温度、コンクリートの
温度伝導率、コンクリートのまき厚などによって異なるが、ある程度まで岩盤面を冷却して
からコンクリートを打込めば高温度が及ぼす悪影響は表-1に示されるほど著しくはなら
ないと思われる。図-4は図-3の温度上昇度の場合に於けるコンクリートの強度を示し
たものである。中庸熱ポルトランドセメントの40%をフライアッシュでおきかえて造
った水セメント比57%のコンクリートの圧縮強度は枕令/日で $\frac{50 \text{ kg}}{\text{cm}^2}$ 、10日で $\frac{62 \text{ kg}}{\text{cm}^2}$ 、7日で $\frac{122 \text{ kg}}{\text{cm}^2}$
14日で $\frac{240 \text{ kg}}{\text{cm}^2}$ であって高温度が強度に及ぼす悪影響は相当に緩和されている。しかし高温の
蒸気や温泉が湧出している部分では100℃近くの温度になることが予想されるのでコンク
リートライニングを行う前に先
ずこれらの蒸気や湧水をとめる
ことが大切である。なお、コン
クリートの熱による歪について
も現場測定を行っている。

セメント比 40%
スランプ 8cm
C+F=200kg

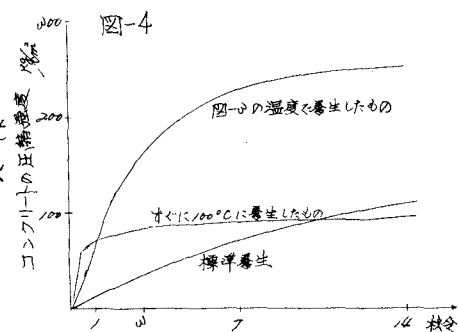
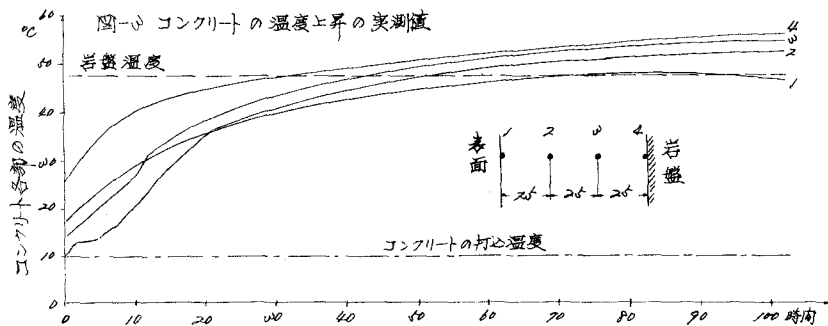


表-1 100℃で養生した場合におけるコンクリートの圧縮強度 kg/cm^2

枕令 日	0 %		20 %		40 %	
	21℃	100℃	21℃	100℃	21℃	100℃
1日	88	104	79	84	46	63
7日	140	139	115	92	71	52
28日	240	200	215	129	207	54