

V-26 コンクリートダムの打設層における拘束と熱応力状態について

京大工学研究所 正員 森 忠次

矩形あるいは三角形板が一边を拘束されているときの熱応力状態について、これまで近似計算ならぬに弾性実験によつて解析してきたので、それらの結果を用いて、コンクリートダムの打設層のうける拘束状態と熱応力状態について考察を加ふことにする。以下の数値は主として計算値を用いることにする。弾性実験によつてもほとんど同一の結果を得ている。

(1) 一様に温度が上昇するとき

まず、図-1 に示すように、矩形板 ABCD が下辺 AD において同じ幅の長い矩形板に接続しているときを考へる。矩形板 ABCD のみに一様な温度上昇 T_0 が生じたとき、辺 AD における水平直応力の平均値 $\bar{\sigma}_x$ および剪断応力の平均値 $\bar{\tau}_{xy}$ と矩形の形 l/h との関係を示すと図-2 の通りである。ここに、 $\chi = E_1/E_2 = (\text{矩形板 ABCD の弾性係数})/(\text{接続する物体の弾性係数})$ である。また ν は膨脹係数である。ここでは平面応力状態を考へ、引張応力を正として表わす。図-2 に示される、 l/h にかかわらず $\bar{\sigma}_x$ はほとんど不変であるが、 $\bar{\tau}_{xy}$ は l/h が増すにつれて減ずる。 χ の値によつて応力値に差があるので、図-1 のおける接続状態において、 χ による応力変化を調べてみると図-3 の破線のようになる。ただし、この場合は $l/h = 0$ としている。

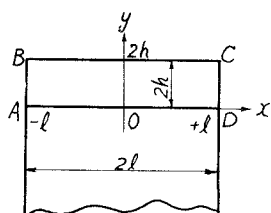


図-1

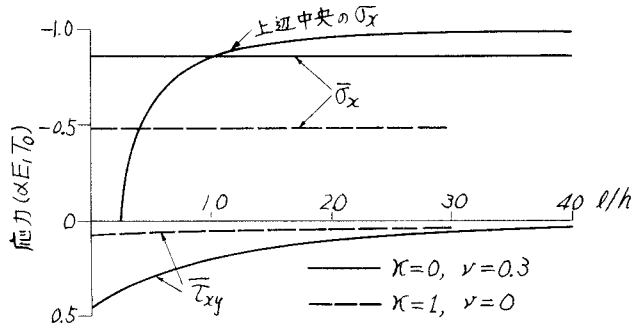


図-2

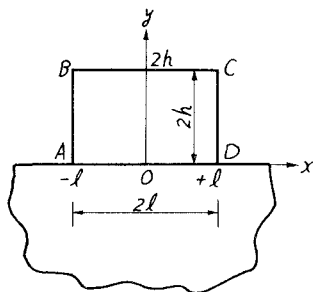


図-4

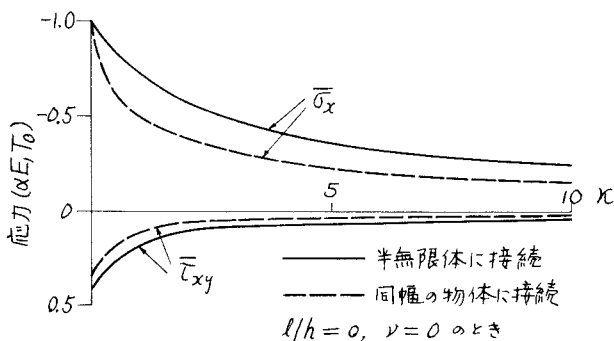


図-3

図-3 において、 $0 < X < 1$ の同じ応力の差が大きいが、 $X > 1$ では応力差が小さくなる。一方図-4のように、半無限板に矩形板が接続しているときを考えると、 $h=20$ のときには図-3の實線を示すような応力となる。この場合の方が図-1の接続状況の場合と比べて、かなり大きい応力を呈する。

プロット幅 15μ のときを考えると、リフト高さ 15μ かつ 0.7 ならば、それぞれ $l/h=10$ かつ 20 に相当する。したがって $X=1$ のときには、図-1の状況では $\bar{\sigma}_x$ と $\bar{\sigma}_{xy}$ はほとんど差はなかり、上辺 BC の中央における $\bar{\sigma}_x$ は、図-2に明らかに $0.1\alpha E_1 T_0$ 程度の差を生ずる。ここでは示していないが、実 A かつ D における $\bar{\sigma}_y$ は、この2つの場合について大きく異なるものである。この程度寸法においては、応力は支配的影響を及ぼすものは X であり、 X に接続している物体の寸法である。 $X=0$ と 1 のときと比較すると、後者における $\bar{\sigma}_x$ は $1/2$ に、 $\bar{\sigma}_{xy}$ は $1/2$ 以下になる。接続している物体の影響を考慮するに、 $h=20$ と 1 の図-3によると、同じ幅のものを接続しているときは $\bar{\sigma}_x = -0.5\alpha E_1 T_0$ 、これに対して半無限板の基礎に接続しているときは $\bar{\sigma}_x = -0.7\alpha E_1 T_0$ となることがわかる。後者には $\bar{\sigma}_x = -0.5\alpha E_1 T_0$ とするのではなく、 $X=2.5$ になければならぬ。このように基礎岩盤では拘束の大きいことがわかる。

(2) 一様な温度上昇の場合

まず温度上昇が y のみの函数のときを考える。図-1 において、温度上昇は上辺で零、下辺で T_0 、その間は直線的に変化するときについて解析した。辺 AD において完全に固定された場合についての結果によると、この場合の $\bar{\sigma}_x$ はほとんど一様な温度上昇のときと変わらず、上辺中央における応力は減ずる。この例を始めとして、多くの解析結果よりわかることは、接続辺における応力状態は、主として接続辺における温度上昇によって規定されるということである。

非直線的な温度上昇として $T(y)$ が 2 次式で表わされる場合を解けば、接続辺における $\bar{\sigma}_x$ はやはり一様な温度上昇のときの値に近似的だが、 $\bar{\sigma}_{xy}$ は小さい。また中央断面 $X=0$ における $\bar{\sigma}_x$ は $-\alpha E_1 T(y)$ に近い。

つぎに、温度上昇が X の多項式で表わされる場合について解析した。このときには、接続辺における $\bar{\sigma}_y$ は、温度上昇 $T(X)$ がかなり高次の多項式であるときには、 $\bar{\sigma}_y = -\alpha E_1 T_0$ に近い値を示す。

(3) 一板の温度変化のとき

弾性体であるとして、個々の温度変化に対応する熱応力状態がわかれば、それらを重ね合わせれば温度変化に対する熱応力状態は、それと別の場合の熱応力を重ね合わせればよい。したがって、以上の結果を用いれば、種々の拘束と温度状態に対する熱応力状態を知ることができる。ここでは熱応力状態の大略を説明するために、主として接続辺における平均応力のみをとり上げたが、実 A かつ D においては、条件によっては大きな応力集中が生ずる場合があることに注意する必要がある。