

首都高速道路公団 正員 泉 満明

同 上 正員〇一研 久松

1 まえがき

鉄筋コンクリート構造物の大型化に伴い、あと打ちコンクリートの水和熱に起因する温度変化および乾燥収縮による変形を旧コンクリートが拘束することによって拘束面にほぼ直角に生ずる、いわゆる「温度ひびわれ」が問題となっている。このひびわれの発生条件を明確にするための主要因の一つとして旧コンクリートの拘束度がある。

ここでは鉄筋コンクリートの温度ひびわれの解析のために必要な拘束度を推定する目的で、箱型隧道および大規模な壁を対象として、拘束部材と被拘束部材の断面、弾性係数、拘束面の長さ等の諸要素と拘束度との関係をもFEMによる弾性計算によって求めた。

2 解析の概要

解析はL型断面のコンクリート構造物とし、底板を拘束部、側壁を被拘束部とした。計算は被拘束部である側壁の温度が一様に単位温度（便宜上 10°C とした）低下するものとして、変形、ひずみ、主応力等をFEMにより計算した。ここで実際には当然考えられる側壁と底板との間の温度の流れは無視した。なおコンクリートの熱膨張係数は 1×10^{-5} とした。計算は表-1に示す15ケースについて行った。

3 計算結果

拘束度は拘束面に平行に働く変形拘束について考え以下にその計算結果を示す。

3-1 拘束度の分布

拘束度は拘束面から遠くなるに従って小さくなるが、その傾向は縁端（自由端）から離れるに従って小さくなる。また拘束面の近傍では縁端に近いほど拘束度は大きい。拘束面からある程度離れた位置では縁端部の拘束度は小さく中心に行くに従って大きくなり縁端からの距離が3mをこえるとほぼ一定となる。（図-1参照）

3-2 拘束面の長さや拘束度

拘束面の長さが増えるほど拘束度は大きくなる傾向が見られるが、その影響は余り大きくない。特にその長さが10mをこえると拘束度の変化はほとんど見られない。図-2は底板厚1.3m、側壁厚1.2mの場合の縁端より2.5m、拘束面より0.5mの位置における拘束度と拘束面延長との関係を示す。

3-3 部材厚の比と拘束度

拘束部材と被拘束部材の部材厚さの比は拘束度に密接な関係を持っており、この関係を、縁端より2.5m、拘束面より0.5mの位置の拘束度について示すと図-3のようになる。また同じ部材厚比で弾性係数の比を変化させたケース1とケース9の拘束面から0.5mの位置の拘束度を比較すると図-4の如くなる。

3-4 ひびわれ発生による拘束度の変化

ケース	拘束部材断面寸法(縦×横)(m)	被拘束部材断面寸法(縦×横)(m)	拘束部材弾性係数(縦×横)(N/cm^2)	被拘束部材弾性係数(縦×横)(N/cm^2)	拘束面長さ(m)	備考
1	1.3×8.0	1.2×5.0	2.5×10 ⁸	2.2×10 ⁸	26	
2	"	"	"	"	13	
3	"	"	"	"	"	1/2ヒビ発生
4	"	"	"	"	2.5	
5	"	"	"	"	6.5	
6	"	"	"	"	"	1/2ヒビ発生
7	"	"	"	"	"	5.7 "
8	"	"	2.18×10 ⁸	"	26	
9	"	"	2.5×10 ⁸	1.5×10 ⁸	"	
10	2.5×8.0	2.3×5.0	"	2.2×10 ⁸	30	
11	"	"	"	"	15	
12	"	1.2×5.0	"	"	26	
13	1.6×8.0	0.7×5.0	"	"	22	
14	0.8×9.0	1.2×5.0	"	"	26	
15	0.6×9.0	0.45×5.0	"	"	10	

表-1

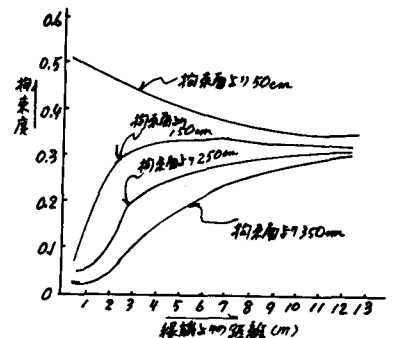


図-1

ひびわれが発生すると拘束度が低下すること知られている(参考文献1), この効果を計算で確認するため, ひびわれが発生した部分は鉄筋のみでつながっているものとし, 鉄筋の抜き出し量をバネにおきかえて計算を行った。この結果拘束面近傍の拘束度は, ひびわれ発生によってほとんど変にしないが, 拘束面から離れた位置の拘束度はひびわれに近づくに従って急激に小さくなる(図-5)

3-5 主引張力の方向

主引張力の方向は縁端部に近い位置近傍では拘束面に対して30程度の角度を持っており中心に向うにつれこの角度はゆるくなり中央部では拘束面と平行になる。

4 まとめ

①拘束面の長さを短くしても拘束度を大幅に低下させることはできない。可能な構造且地, 施工且地等を設けてもその間隔を極端に短く例えば3m以下にしないかぎり拘束度の低下は望めない。

②拘束面の近傍では大きな拘束度となるが, 実際には底板と側壁との間の温度の流れるため, 拘束面近傍の両者の温度差は相当小さくなっていると考えられる。したがって通常の断面の箱型隧道, 擁壁等における拘束度は被拘束部材の材令が若く弾性係数が比較的小さい時でも0.6程度であると考えられる。

③拘束部材の部材厚を薄くすることは拘束度を低下させるためにある程度の効果がある。

5 あとがき

おわりに, この計算を行うにあたって, 多大なご協力をして下さった日本電子計算機)の足立敏行氏に深く感謝いたします。

6 参考文献

①泉満明, 足土昇, 磯義夫, 塚山隆一, マツシアガトンネル構造物におけるコンクリートの温度およびひびわれ測定 セメント技術時報(1975年)

②泉満明, 一柳久允, 塚山隆一, マツシアガ鉄筋コンクリート構造における温度ひびわれについて 第31回年次大会講演要録(1976年)

③森忠次 一边が拘束された三角形ならびに四角形板の熱応力の拘束度について 土木学会論文集第89号(昭和38年)

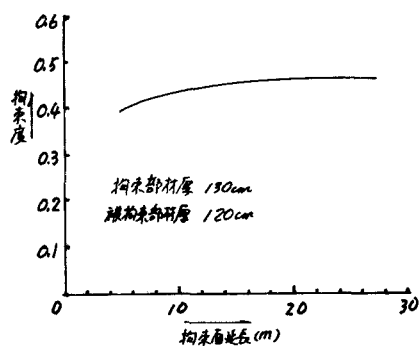


図-2

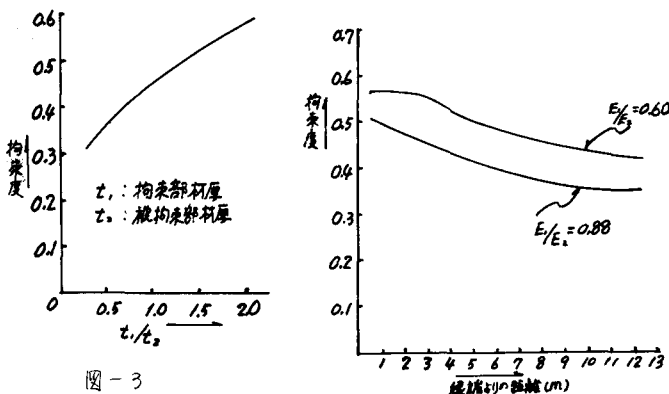


図-3

図-4

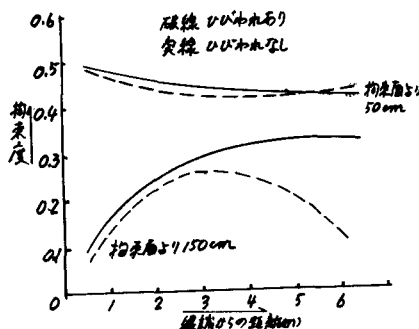


図-5