

アーチカルバートの温度ひびわれに関する一考察

日本道路公団仙台建設局 ○佐久間 智

田村 忠司

林崎 信男

1. まえがき

断面の大きいコンクリート構造物は、十分なマスコンクリート対策を行わない場合、1.0%にも達する温度ひびわれが発生することが十分予測され、構造物の耐久性・水密性及び美観等に影響することが考えられる。深沢アーチカルバートは、図-1に示す東北横断自動車道いわき新湯線の中ほどに位置する図-2のような幅35m、長さ159mの大規模な構造物である。この部材厚は側壁の幅2.5~5.1m、高さ5.0m、フーチングの幅10.5m、高さ2.5mと大きく、温度ひびわれの資料を得ることを目的としてコンクリート内部の温度・応力測定及びひびわれ調査を行、たので概要を報告する。

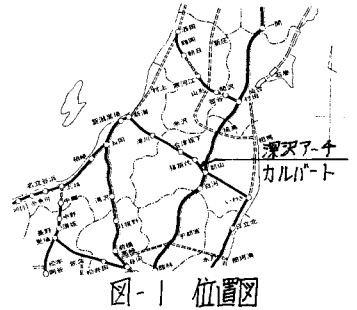


図-1 位置図

2. 温度ひびわれに対する検討

図-3に温度応力およびひびわれ幅検討フローを示す。深沢アーチカルバートは高速道路下に半永久的に供用される構造物であるから許容ひびわれ幅をフーチング0.3%以下、側壁0.2%程度に設定した。当初の施工条件にて施工したと想定して2次元FEM解析を行ったところ、フーチングで60~68%、側壁にて90%以上の確率で温度ひびわれが発生することが予測され、その温度ひびわれ幅をフーチング0.9%程度、側壁0.7%程度となり許容ひびわれ幅を超過するため、何らかのひびわれ対策が必要となる。対策としてブレワーリング・パイプワーリング・保温養生及び配合変更が考えられる。このなかで深沢アーチカルバートは、比較検討の結果、単位セメント量・単位水量を低減してコンクリートの水和熱発生を極力抑制し、AE減水剤を多く添加する配合変更(表-1)を採用した。

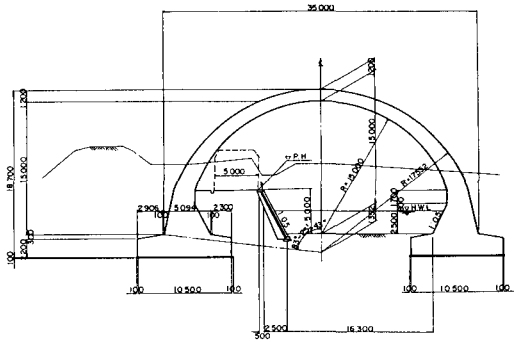


図-2 アーチカルバート一般図

種別	設計基準				配 合										備考
	設計基準強度 (kg/cm ²)	25/27 (cm)	空気量 (%)	粗骨材の最大寸法 (mm)	水灰比 (%)	粗骨材の割合 (%)	単位セメント量 (kg)	単位水量 (kg)	単位粗骨材量 (kg)	単位粗骨材量 (kg)	単位粗骨材量 (kg)	単位粗骨材量 (kg)	単位粗骨材量 (kg)	単位粗骨材量 (kg)	
B1-1	240	8±2.5	4±1	25	57.7	44.5	300	173	192	—	1,026	1,260	—	—	N
(変更)	—	—	—	—	56.5	43.5	280	159	197	—	1,079	1,260	—	—	N
B2-1	—	—	—	40	58.2	41.0	280	163	196	—	1,079	1,260	—	—	N
(変更)	—	—	—	—	57.3	40.0	260	149	197	—	1,079	1,260	—	—	N

表-1 配合表

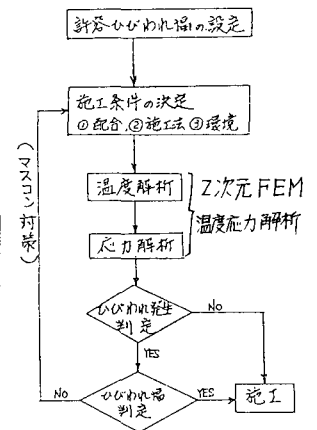


図-3 温度応力およびひびわれ幅検討フロー

3. 温度及び有効応力の計測

工事段階においてコンクリート硬化時の水和熱によるカルバート内部の温度・有効応力を把握し、次ブロック以降のひびわれ対策の判断資料とするため計測を行った。

温度は、コンクリート打設後急激に上昇し、3～5日でピークに達して打ち付けに進行するに伴い降下し、100日前後でフーチング19～26℃、側壁10～20℃程度まで下がり、今後は徐々に降下していくと思われる。フーチング・側壁ともに中央部のほうが温度上昇が高く外面に近づくに従い温度が低くなる傾向にある。フーチング上部は、側壁打設により降下した温度が再び上昇している。有効応力の経時変化を図-5に示す。側壁の中央部・下部とキに打設後圧縮応力が作用し、数日後ピークに達して応力が減少して引張応力が働き、打ち付け27日以降は $6\text{kg}/\text{cm}^2$ 程度の引張応力が作用している。フーチングも側壁と同様の挙動を示すが側壁打設後、中央部は急激に引張応力が作用し、ひびわれが発生したものと判断できる。下部は側壁打設後、引張応力が作用し、打ち付け1日でピークに達してその後減少している。

図-5において解析値が2つあるが矢印の先のグラフがコンクリート内部の有効応力によるクリープの影響を考慮した値である。

フーチング下面の実測値と比較したものを除けば概ね合致する傾向にある。フーチング下面の実測値と解析値の差異の原因は、解析ではフーチングより下の基礎岩盤の弾性係数を $E=5000\text{kg}/\text{cm}^2$ と仮定したのに対し、計測断面の実地では置換コンクリート(厚さ約1m)がフーチング下面積の $3/5$ にわたり施されたため、外部拘束による応力が大きくなったためと考えられる。

フーチングのひびわれは、側面に2～4本ほど鉛直に0.08～0.2%程度発生し、打ち付け3ヶ月経過するとハアークラックになった。側壁についても片側1本ずつ発生し、打ち付け進むに従いハアークラックになった。これは内部拘束応力により発生した表面部ひびわれの特徴で、内部温度が降下して表面部との温度差が小さくなると、表面部に作用していた引張応力が減じて圧縮応力が作用したためと考えられる。

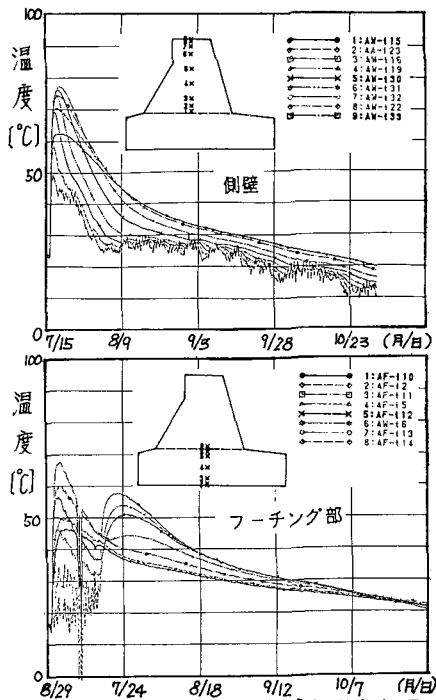


図-4 コンクリート温度経時変化図

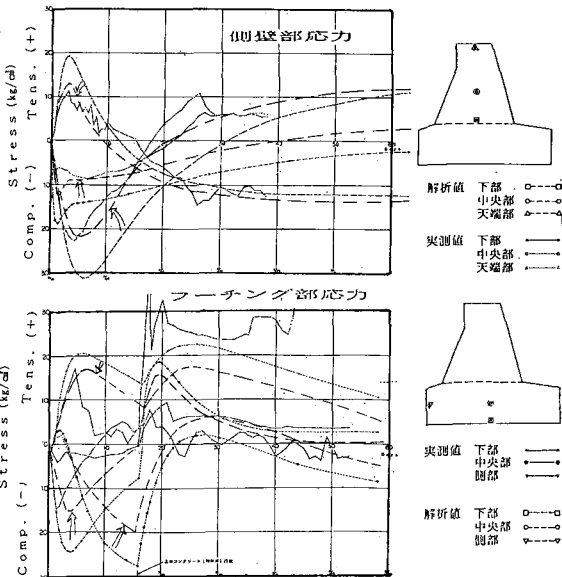


図-5 コンクリート有効応力経時変化図
(実測値と解析値の比較)

4. あとがき

アーカカルバートひびわれ対策として配合変更しコンクリート硬化時の温度上昇を抑制して内部の温度・有効応力を把握するため計測を行った。今後はアーカ盛土土圧によるカルバートの応力を測定する予定である。