

ボックスカルバートのひび割れに関する解析的研究

徳山工業高等専門学校 正会員 田村隆弘

徳山工業高等専門学校 学生会員 ○内山智記

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の高層化や大型化、複雑化が進み、従来よりも大きな強度が求められるようになり、高強度コンクリート、高強度鉄筋などの高性能材料を用いるようになってきた。これにより構造物の耐荷性能が大きく向上し、外力の影響のもとでは多くのひび割れが確認されなくなってきた。しかしながら、実際の構造物では予測より多くのひび割れが発生しているのが現状である。その主な原因として温度ひび割れが考えられる。温度ひび割れとはセメントの水和熱による温度変化でコンクリート構造物に温度応力が発生し、応力が強度を超えるとひび割れが生じて構造強度に大きな影響を与えることである。通常コンクリート内部に発生した水和熱はコンクリート表面から外部に逸散するが、構造寸法が大きくなるに従い、熱が内部に残り温度が上昇する。コンクリート体積の変化は一般に温度が上昇すると膨張し、下降すると収縮する。温度ひび割れの原因はコンクリート内外の温度差、収縮時に生じる引張応力などである。ひび割れは、構造物の長期的な耐久性、信頼性の低下、工期の遅れ、コスト増などの悪影響を及ぼし、これを抑制する必要性は非常に高い。ボックスカルバートの発生したひび割れ例を図-1に示す。

本研究では、実構造物水路函渠をモデルとして温度変化、乾燥収縮、クリープその他の作用が、ひび割れ指数に及ぼす影響について解析用ソフトを利用して明確にする。

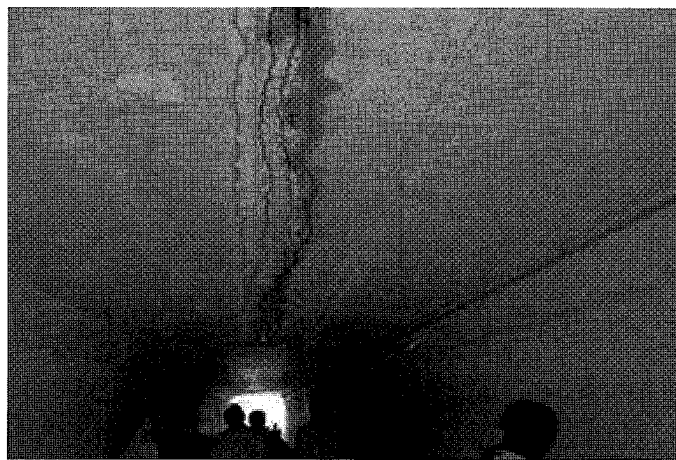


図-1 ボックスカルバートに発生したひび割れ例

2. 外力による応力解析

発生した応力がコンクリートの引張強度を超えるとひび割れが発生するため、外力による応力も知る必要がある。外力による応力の解析にはコンクリート構造物専用の解析用ソフト「ATENA」を用いた。解析の対象として水路函渠の断面図を図-1に示す。コンクリートの物性値として弾性係数 27kN/mm^2 、引張強度 1.7N/mm^2 。鉄筋の物性値として弾性係数 210kN/mm^2 、降伏応力 245N/mm^2 という値を使用した。土圧、活荷重、自重を考慮して解析を行った。解析結果として引張応力コンター図を図-3に示す。引張強度である 1.7N/mm^2 に対して頂版下部分に最大 1.47N/mm^2 の引張応力が生じた。

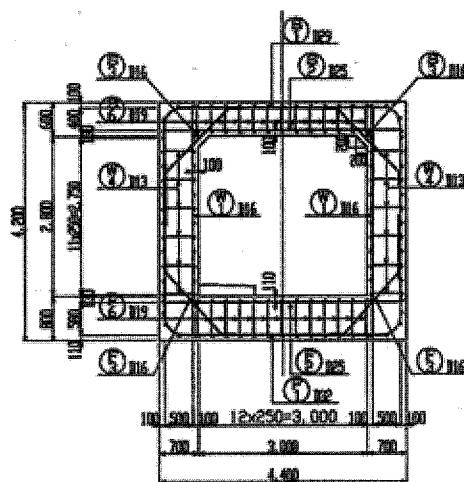
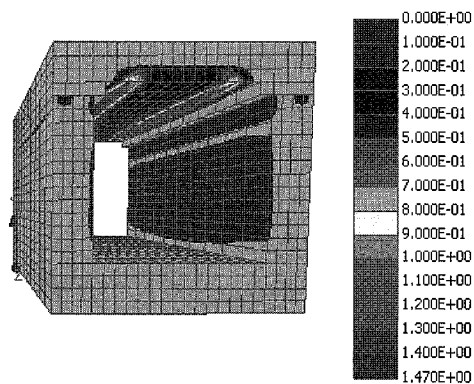


図-2 水路函渠の断面図(単位 mm)

図-3 引張応力のコンター図(単位 N/mm^2)

3. 温度による応力解析

温度による応力の解析には、解析用ソフト「ASTEAMACS」を用いた。

(1) ひび割れ指数

ひび割れを判断する尺度としてひび割れ指数を用いる。

(2) 解析

幅0.5m高さ1.0m奥行き2.5mの単純モデルにおいて解析を行い、応力と経過日数、ひび割れ指数と経過日数の関係を明らかにする。単純モデルを図-4に示す。コンクリートと地盤の物性値を表-1に示す。単純モデル解析結果として応力と経過日数の関係を図-5、ひび割れ指数と経過日数の関係を図-6に示す。夏は最大応力0.95N/mm²、ひび割れ指数の最低値2.10であるのに対し、冬は最大応力0.37N/mm²、ひび割れ指数3.05であった。水路函渠のひび割れ指数の経験値図を図-7に示す。側壁、底版部分にはひび割れ指数1.00以下となった。

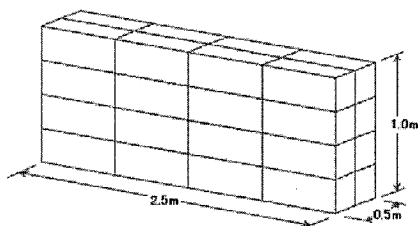


図-4 単純モデル

表-1 コンクリートと地盤の物性値

	コンクリート	地盤
熱伝導率(w/m°C)	2.5	3.45
密度(Kg/m ³)	2300	2650
比熱(KJ/Kg°C)	1.25	0.79
温度上昇/水和	JSCE 固定値	考慮しない
初期温度(°C)	夏 30, 冬 10	20
ヤング率(N/mm ²)	27000	19600
圧縮強度(N/mm ²)	23.1	22.6
引張強度(N/mm ²)	1.7	1.96
ポアソン比	0.167	0.18
線膨張係数(μ/°C)	10	10
クリープ構成則	JSCE 履歴理論	考慮しない
乾燥収縮	JSCE 実験式	考慮しない
自己収縮	JSCE 実験式	考慮しない
膨張ひずみ	回帰式	考慮しない

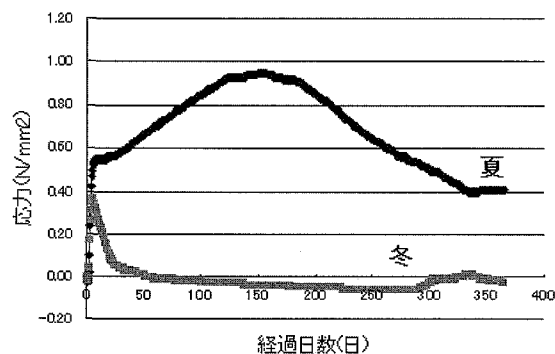


図-5 応力と経過日数の関係

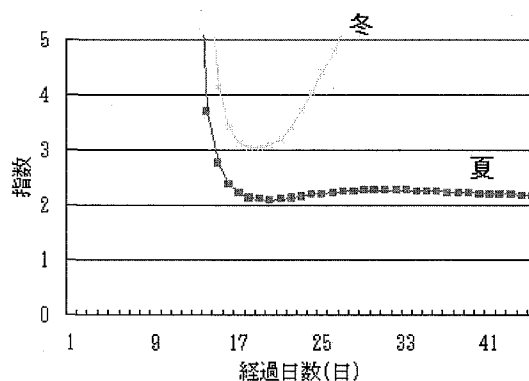


図-6 ひび割れ指数と経過日数の関係

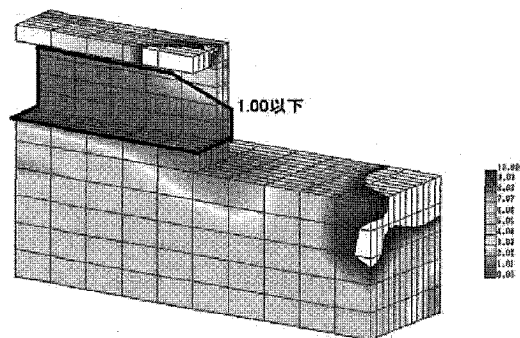


図-7 水路函渠のひび割れ指数の経験値図

4. おわりに

本研究によって以下のことが明らかとなった。

- ・コンクリートの初期温度低下冬季打設はひび割れ発生の抑制に効果がある。
- ・ボックスカルバート側壁部分はひび割れ指数が1.00以下であるため温度による応力のみでひび割れが発生する可能性がある。
- ・ボックスカルバート頂版部分はひび割れ指数は低いものの外力による応力と重ね合わさった結果ひび割れが生じる可能性がある。