

ひびわれ制御目地の効果について

岐阜大学大学院 学生員 ○竈橋 広文

岐阜大学工学部 正会員 森本 博昭 小柳 治

1. まえがき

ひびわれ制御目地（以下、目地と略称する）は、温度応力あるいは乾燥収縮応力によるひびわれを目地部分に集中させることにより、構造物全体としてのひびわれに対する健全性を確保しようとするものである。目地による十分なひびわれ制御効果を得るためには、目地の間隔あるいは仕様などを合理的に決定する必要がある。本研究は、FEMによるひびわれ解析手法を用いて、目地間隔とびびわれ制御効果の関係を解析的に検討したものである。

2. ひびわれ解析モデル

ひびわれ解析モデルには、図-1に示すJCI温度応力研究委員会の提案モデル¹⁾を用いた。本モデルでは、コンクリートのひびわれモデルとして離散ひびわれモデルが採用され、また鉄筋の付着は、ひびわれ面から一定区間（区間長：1s）に付着のない領域（付着喪失等価領域）を設けることによりモデル化されている。

3. 解析対象部材

図-2に示すNATMによるトンネル二次覆工コンクリート²⁾について解析を行った。FEM解析モデルを図-3に示す。コンクリートの配合を表-1に示す。

4. 解析条件

解析は温度ひびわれを対象とした。コンクリートの温度は全断面一様と仮定し、解析には図-4に示す実測値を用いた。コンクリートの圧縮強度は、現場試験により求められた(1)式から算定した。引張強度と弾性係数は、(2)式および(3)式を用いて圧縮強度から算出した。

$$f'_c(t) = t / (0.0184 + 0.033 \times t) \quad (1)$$

$$f_t(t) = 1.4 \times \sqrt{f'_c(t)} \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} E(t) &= 1.1 \times 10^4 \times \sqrt{f'_c(t)} & (t \leq 3) \\ E(t) &= 1.5 \times 10^4 \times \sqrt{f'_c(t)} & (t > 3) \end{aligned} \right\} (3)$$

ここで、 t ：材令(日)、 $f'_c(t)$ ：圧縮強度(kgf/cm²)

$f_t(t)$ ：引張強度(kgf/cm²)、 $E(t)$ ：弾性係数(kgf/cm²)

付着喪失等価領域1sは10cmとした。

5. 解析ケース

解析は、目地を設けないケース（以下、無対策という）を含め、目地本数の異なる計4つのケースについて実施した。解析ケースを表-2に示す。なお、目地はその位置のコンクリート引張強度を低減することにより表現した。本解析では、低減率を3割とした。

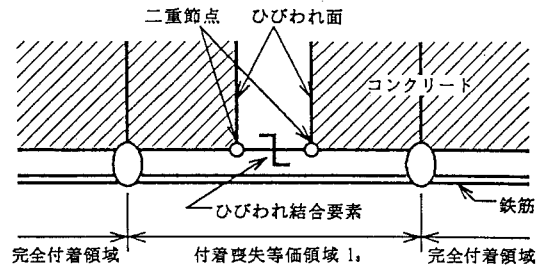


図-1 ひびわれ解析モデル

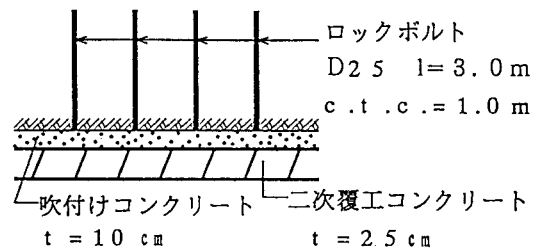


図-2 二次覆工コンクリート

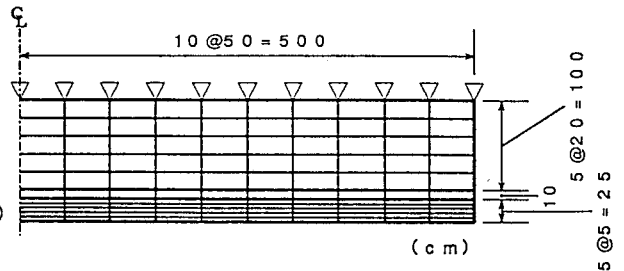


図-3 解析モデル

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
		W	C	S	G	混和材
58	41.5	175	302	740	1104	0.755

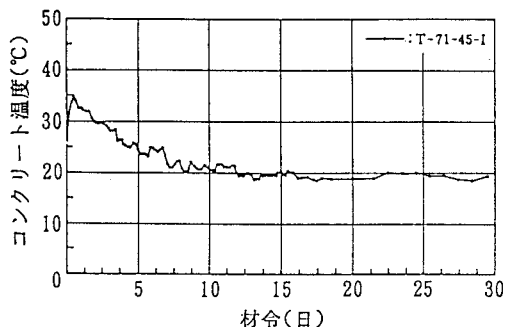


図-4 コンクリート温度の経時変化

6. 解析結果

目地を設けた解析ケースでは、いずれも材令5日で目地部分にひびわれが発生した。ケース1～3の材令30日における応力を図-5～7に示す。各図には、比較のため無対策の応力も示した。図-5から、ケース1（目地：中央のみ）では目地近傍で応力が大きく緩和されるが、目地から離れるに伴い緩和効果が急激に低下する。すなわち、目地から1mの位置の応力緩和率は約40%、2mの位置では約15%にまで低下する。従って、本ケースの目地位置ではひびわれ制御効果が部材全体におよばないことがわかる。図-6からケース2（目地：中央から左右2mの位置）においても応力緩和効果が部材全体におよんでいないことがわかる。目地から2m離れた中央では、無対策の応力が約27kgf/cm²に対して、約21kgf/cm²の応力が発生しており、緩和率は22%程度に低下している。図-7から、ケース3（目地：中央および左右に2m間隔に配置）では、目地部以外のいずれの位置においても無対策に比べ応力が約50%以上緩和されている。このことから、本ケースの目地配置の場合は、目地によるひびわれ制御が十分期待できることがわかる。

7. まとめ

本研究で得られた結果をまとめると次のようになる。

- (1) FEM によるひびわれ解析手法を用いて目地間隔と目地のひびわれ制御効果の関係を検討することが可能である。
- (2) トンネル二次覆工コンクリートについて検討を行った結果、目地を中央ならびに左右に2m間隔で配置した場合は、部材全体にわたり応力が50%以上緩和され、十分なひびわれ制御効果が期待できることが明かとなった。

表-2 解析ケース

ケース	目 地 位 置
1	中央のみ
2	中央から左右2mの位置
3	中央および左右2m間隔
無対策	目地なし

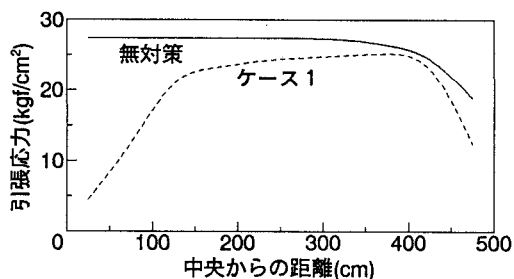


図-5 ケース1の温度応力分布

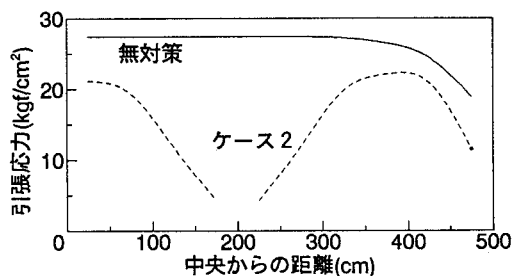


図-6 ケース2の温度応力分布

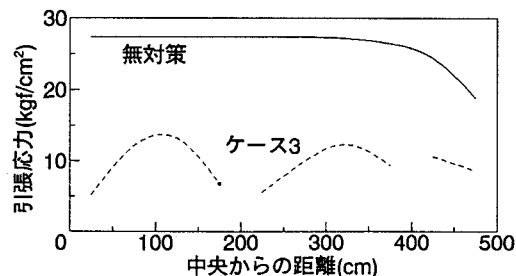


図-7 ケース3の温度応力分布

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会：温度応力ひびわれ幅算定法についての提案、1992年
- 2) 日本コンクリート工学協会：マスコンクリートのひびわれ制御指針、1986年