

構造物の形状がひび割れ誘発目地設置効果に及ぼす影響

日本国土開発（株） 正会員 山内 匡 佐原 晴也

1. はじめに

マッシブな壁状構造物に対する温度ひび割れ対策のひとつとして、ひび割れ誘発目地を設置する方法がある。ひび割れ誘発目地の間隔は4～5m程度を目安とし¹⁾、温度応力解析により定量的に決定することも可能である。しかし、ひび割れ誘発目地の設置効果は構造物の形状等の影響を大きく受けることが考えられるため、設置位置の検討にあたってはこれを十分に考慮する必要がある。そこで、本報告では、事前の温度応力解析によって設置位置を決定し、実際にひび割れ誘発目地を設置した2つの施工事例を挙げ、これによって得られた知見について報告する。

2. 施工事例

(1) 事前検討

施工事例の構造物は、フーチング部、豎壁部、パラペット部からなる橋台である。このうち幅が1.6m、高さが6.7m、長さが10.2mからなるマスコンクリートの豎壁部においては、セメントの水和熱に起因する温度応力によるひび割れの発生が懸念されたことから、事前に温度応力解析を行い、温度ひび割れ制御対策について検討を行った。

幅0.6m、長さ約5mの豎壁部両端のウイング壁についても同時に施工することになっていたが、こうした構造物の形状については考慮しない解析モデル（図-1）を使用し、3次元有限要素法による温度応力解析を行った。なお、解析に用いたコンクリート温度上昇特性や力学特性については、土木学会標準仕方書（平成8年版）をもとに設定した。スパン中央付近断面における長さ方向（X方向）のコンクリート応力履歴を図-2に示す。

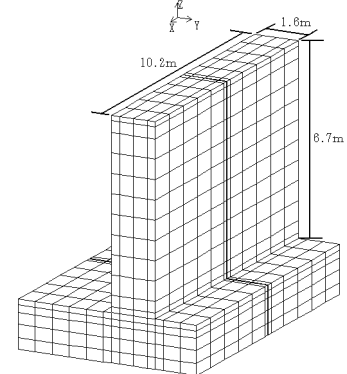


図-1 解析モデル

壁中心部（着目点1, 3）やフーチング部に近い側面部（着目点2）では、コンクリート温度上昇時に圧縮応力、温度降下とともに引張応力が增大するといった外部拘束応力の典型的な履歴である。フーチング部から離れた側面部（着目点4）では、コンクリート温度上昇時に引張応力、温度降下とともに圧縮応力に移行するといった内部拘束応力の履歴がみられ、外部拘束応力とともに内部拘束応力も同時に発生することが分かる。外部拘束応力が卓越するスパン中央付近では、温度ひび割れ指数が0.9程度、全断面において引張応力が発生する解析結果となったことから、貫通ひび割れの発生が予測された。そこで、豎壁部のスパン中央に1ヶ所ひび割れ誘発目地を設置することを想定した解析を行った結果、2分割後のスパン（5.1m）中央付近の温度ひび割れ指数の最小値は1.2程度、引張応力も全断面に及ばない（図-4）ことが分かり、本構造物の温度ひび割れ制御対策として、ひび割れ誘発目地設置は適当であると判断した。

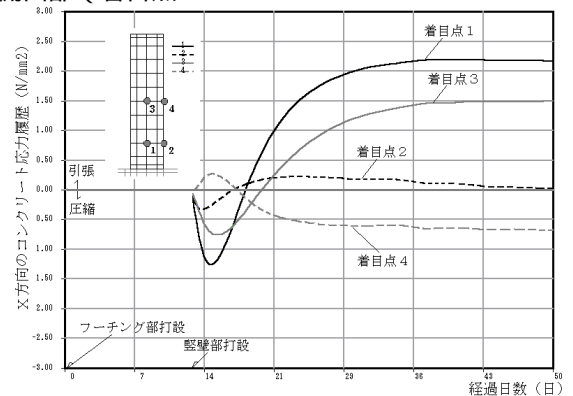


図-2 解析によるコンクリート応力履歴

(2) 実施工結果

ひび割れ誘発目地を設置した実施工の結果、誘発目地部分以外に、豎壁部両端から2.0m程度の位置のフーチング部に近い箇所にも図-3のような斜め方向のひび割れが発生した。これらのひび割れは豎壁両側面部の同じ位置に発生していたことから、躯体を貫通していると考えられた。

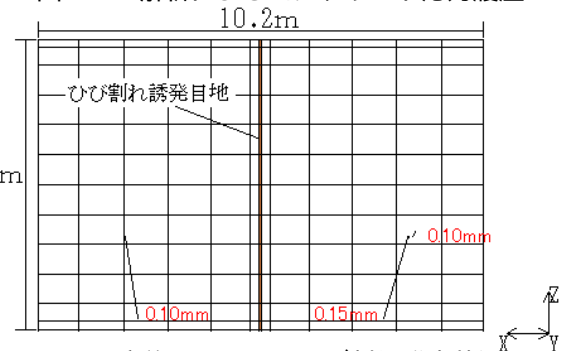


図-3 実施工におけるひび割れ発生状況

キーワード：ひび割れ誘発目地、構造物形状、温度応力解析、3次元有限要素法

連絡先：〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4036-1 (TEL)046-285-3339 (FAX)046-286-1642

(3) 事後解析

ひび割れ誘発目地設置を想定した事前解析における最小温度ひび割れ指数は1.2であり、ひび割れ発生の可能性は考えられた。しかし、実際のひび割れが斜め方向に発生していたことから、このようなひび割れの発生原因を検討するため、両端の幅0.6mのウイング壁を考慮した解析を行った。その結果、フーチングによる外的な拘束に加え、ウイング壁による拘束の影響によって、特に、縦壁部両端から2.0m程度の位置のフーチング部に近い箇所の引張応力が增大することが分かった(図-4)。また、Z方向の引張応力分布は全断面に及ぶことから、実施工において発生した斜め方向の貫通ひび割れは、ウイング壁の存在という構造物形状の影響によると判断した。

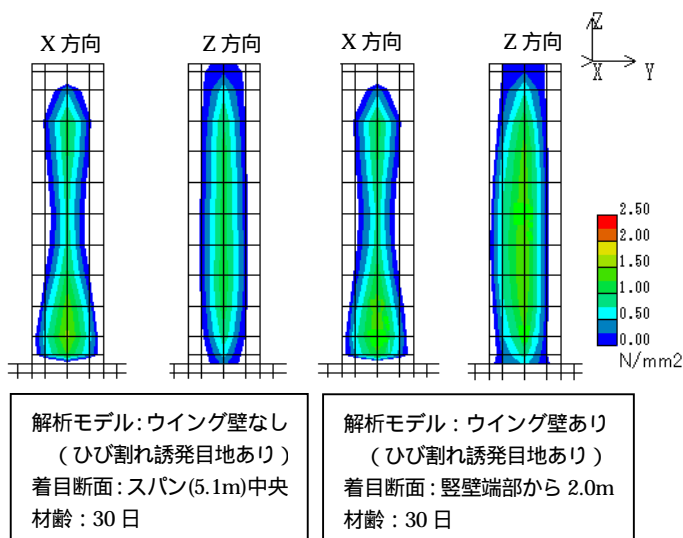


図-4 引張応力分布図

3. 施工事例

(1) 事前検討

施工事例の構造物は、フーチング部、壁部からなる階段状の擁壁である。幅が0.8m、高さが1.3~6.4m、長さが18.0mからなる壁部においては外部拘束応力によるひび割れの発生が懸念されたことから、事前に温度応力解析を行い、温度ひび割れ制御対策について検討を行った。壁中心部のひび割れ指数が最小となる材齢の温度ひび割れ指数分布図(図-5)から、ひび割れが発生する危険性の大きい箇所は出隅部であることが分かる。出隅部においても温度ひび割れ指数は1.2以上を満足したが、引張応力は全断面に及び、ひび割れが発生した場合には躯体を貫通する危険性が考えられたため、温度ひび割れ制御対策として出隅部1ヶ所にひび割れ誘発目地を設置する提案を行った(図-6)。

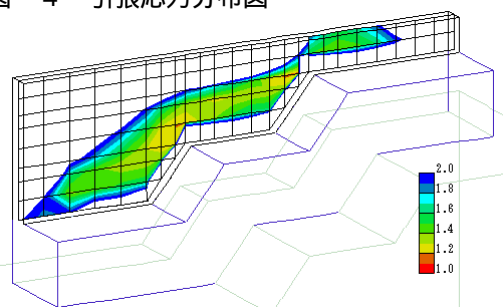


図-5 温度ひび割れ指数分布

(2) 実施工結果

隣接する擁壁との目地間隔を美観上統一する必要性が要求され、実施工においては、ひび割れ誘発目地はスパンほぼ中央に1ヶ所設置することとなった(図-7)。その結果、誘発目地部分以外に、出隅部分においても斜め方向の貫通していると考えられるひび割れが発生した。

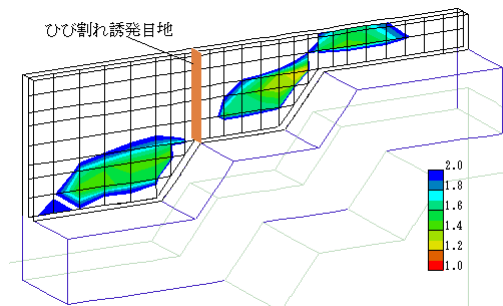


図-6 温度ひび割れ指数分布 (出隅部にひび割れ誘発目地設置)

(3) 事後解析

ひび割れ誘発目地をスパン中央に1ヶ所設置した事後解析においても、出隅部分が最もひび割れ発生の危険性が高い結果(図-7)となった。階段状のフーチング形状がひび割れ発生に影響を及ぼすことが実施工および解析によって確認することができた。

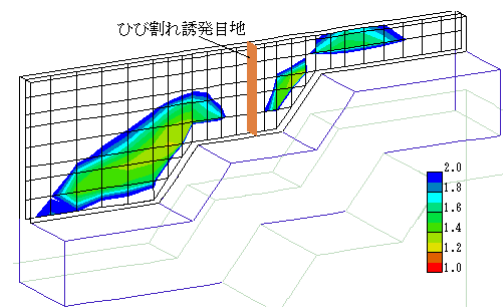


図-7 温度ひび割れ指数分布 (スパン中央にひび割れ誘発目地設置)

4. まとめ

外部拘束応力が卓越する場合、ひび割れ誘発目地の設置位置や間隔の検討は、擬似3次元解析の手法によって行っている事例が多い。ひび割れ誘発目地を設置した際における誘発目地部分以外のひび割れの発生要因としては、施工上の問題点などさまざまな要因が挙げられる。しかし、本報で示したように、構造物形状がひび割れ誘発目地設置効果に及ぼす影響も大きいことから、ひび割れ誘発目地設置に関する解析的な検討を行う場合、構造物形状が解析モデルで考慮できる3次元解析を行うことがより望ましいと考えられる。

[参考文献] 1) 土木学会：コンクリート技術シリーズ NO.14 最新のマスコンクリート技術