

マスコンクリートのひび割れ対策の現状と問題点

技術本部 開発技術第一部 鈴木雅博
 技術本部 開発技術第一部 桐川 潔
 技術本部 技術推進部 酒井博士

1. はじめに

構造物の耐久性の確保が必要不可欠となっている。高耐久化を図るためのコンクリートの高強度化や施工技術向上によるマスコンクリート化により、特にセメントの水和熱に起因した温度応力により、構造物にひび割れが発生する可能性がある。耐久性を維持させる観点から、ひび割れ発生の可能性がある場合にはひび割れを防止するかあるいはひび割れ幅を抑制するための対策を講じる必要がある。抑制策は土木学会のコンクリート標準示方書(施工編)で施工前の検討を主に示されているが、特にPC構造物の場合には施工を考慮した設計を行う場合があるため、リフト高さあるいはブロック長の設定、コンクリート強度発現を考慮した工程などを留意して検討する必要性から設計者と施工者との両者における検討が必要となる。ひび割れ発生の可能性は、コンクリートの引張強度と発生する温度応力との比であるひび割れ指数で表される。このため、ひび割れ指数は温度応力と引張強度との両者を精度良く評価する必要がある。温度応力の検討方法はいくつかあるが、(単体の物性試験+温度応力解析)がもっとも実用的である。ここでは、設計と施工の事前検討のフロ-、精度良い温度応力解析を実施するために必要な物性の知見を列記する。

2. 温度応力に起因したひび割れの検討フロ-

温度応力検討のフロ-を図-1に示す。温度応力に起因したひび割れ検討の必要性は構造物に求められる使用性、安全性、耐久性、環境などに決まる。したがって、どの構造物に対しても事前にひび割れ発生への検討の必要性を吟味し、検討が必要な場合には設計と施工前にそれぞれ検討する必要がある。図に示すように検討は設計段階においても、セメントの種類の変更、1回の打設のブロック長あるいはリフト高さなどを変更する場合があるので、設計者と施工者との両者で十分に協議し、ひび割れ対策を講じる必要があると考える。設計ではひび割れ抑制策の方針を決定することが重要であると考えられる。ここで、留意すべき点は設計段階では温度応力解析に必要なコンクリートの熱特性、強度発現、引張強度などの物性がほとんどの場合で決まっておらず、示方書、セメントメ-カの技術資料などの既存データに依存しなくてはならない点である。コンクリートの強度発現や熱特性は骨材種類、セメントの種類、外気温などで異なる。したがって、特に重要構造物と判断される場合には明らかにすべき物性の項目を整理し、使用するコンクリートが決定した段階で試験によりこれらを明らかにし、施工前に最終検討を実施する必要がある。ただし、フロ-図に示すように、どの構造物に対しても必ずしも温度応力解析を実施する必要はなく、過去の実績を調査した場合に無対策あるいは対策後にひび割れが発生しないことが判明している場合で同様な対策を講じることができる場合には解析を省略できるものとする。ただし、施工計画書には解析を省略した理由として、過去実績における部材寸法、養生方法、施工時期、セメント種類、外気温を調査した結果、適用基準などを記録に残す必要がある。また、施工後のひび割れ発生の有無を記録することが重要である。

3. 温度応力発生確率の算定方法

温度応力発生確率はひび割れ指数を用いて評価する。発生確率は土木学会コンクリート示方書(施工編)に示されている。ひび割れ指数はコンクリートの引張強度を発生温度応力度で除した値で算出する。すなわち、ひび割れ指数の精度向上はコンクリートの引張強度と発生応力度との両者を極力正しく評価する必要がある。

4. コンクリートの引張強度

コンクリートの引張強度は圧縮強度と応力速度とに影響される。温度応力による引張応力速度はJISの割裂引張強度の引張応力速度と比較してかなり遅い。引張応力度の増加率が遅い場合には引張強度は低下する傾向にあるが、低減の度合いは圧縮強度が大きくなるほど小さい。この評価方法はCEB-FIP MC90に示されている。

5. 温度応力解析

温度応力はまず温度解析を実施し、この解析結果からコンクリートの体積変化を算出し、構造物の拘束条件とコンクリートの力学特性との条件から温度応力を算出する。温度解析ではコンクリートの断熱温度上昇量の推定に大きく影響される。コンクリートの発熱開始時間はほぼ凝結始発時間であることから断熱温度上昇量の推定にはコンクリートの発熱の遅れを取り入れることが必要である。一方、コンクリートの強度発現開始点は凝結終結時間であることからこれを評価する必要がある。コンクリートの発熱特性、強度発現とともに高性能 AE 減水剤の使用や低発熱系のセメントを使用した場合に顕著になるので十分に留意することがひび割れ指数の精度の向上につながる。

6. おわりに

温度ひび割れの検討は設計時と施工時の事前検討が必要である。検討ではコンクリートの引張強度、発熱特性、強度発現を精度良く評価することが大切である。また、今後の事前検討の参考とするため、温度ひび割れに検討内容とその結果を蓄積していくようにすることが肝要であると考えられる。このような検討を実施することによりひび割れの少ない耐久性の高い構造物を構築していくことが必要であると考えられる。

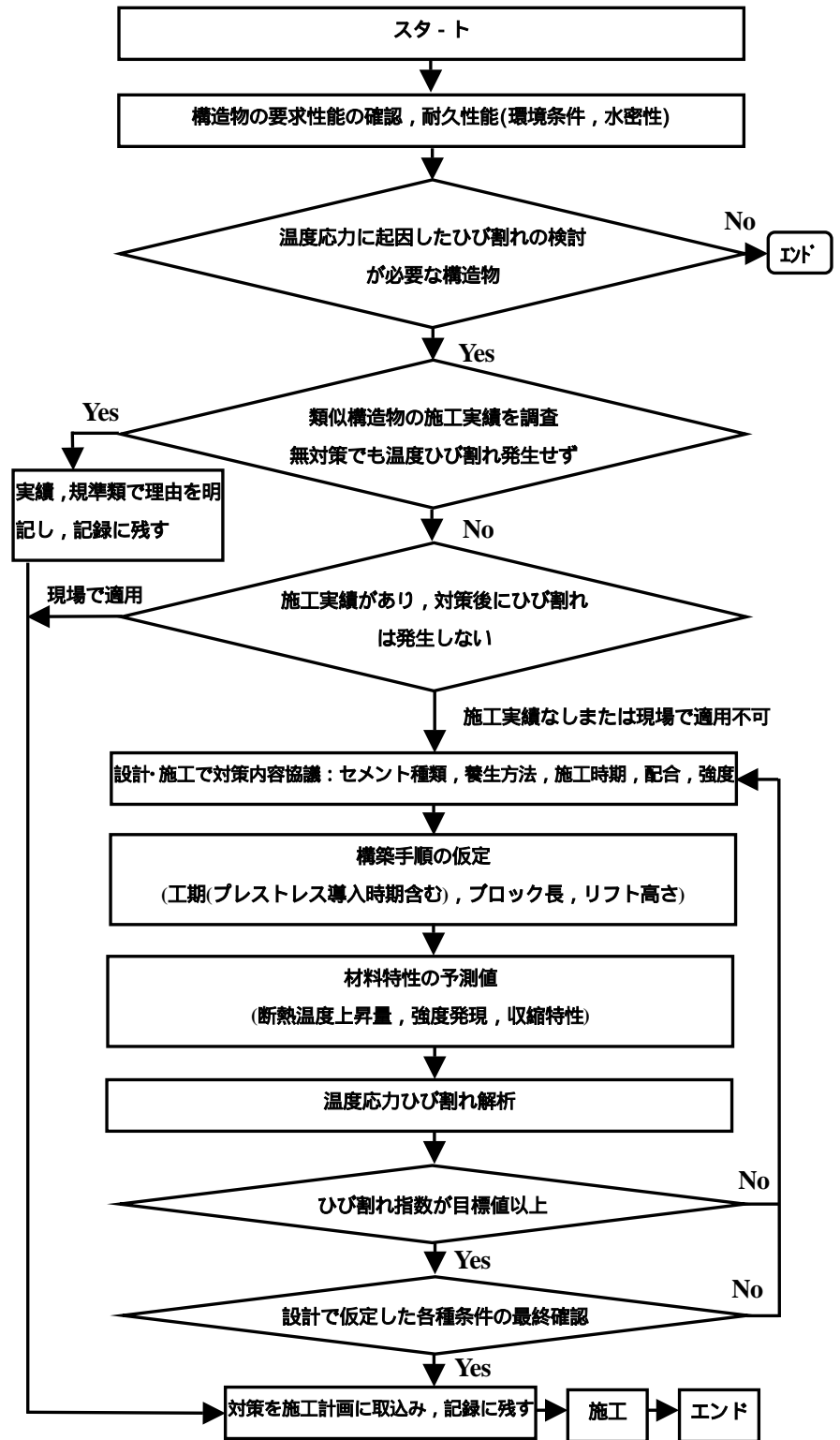


図 - 1 温度応力に起因したひび割れ検討のフロー