

日照変化の影響による長支間場所打ちPC床版の挙動に関する解析的検討

(社)日本橋梁建設協会 正会員 ○倉田 幸宏 正会員 師山 裕
(社)施工技術総合研究所 正会員 雪田 恵子

1. はじめに

既往のコンクリート系床版に対する温度応力解析においては、コンクリート表面の境界条件を対流熱伝達のみでモデル化し、日射による輻射熱の影響は考慮していない場合がほとんどであった。しかし、平成13年度の実験および解析による検討^{1),2)}、平成14年度の解析による検討³⁾等から、日照変化や日射による輻射熱がコンクリート床版に与える影響が大きいことが明らかとなってきた。さらに平成14年度には、実物大試験体における挙動確認計測実験⁴⁾(以下挙動計測)を行い、場所打ちPC床版の日変動挙動を把握した。そこで著者らは、日照変化や日射による輻射熱が長支間場所打ちPC床版に与える影響を把握するため、それらを考慮した解析を行い、挙動計測結果を再現することを試みた。以下にその結果を示す。

2. 解析概要

今回の解析では、挙動計測期間の中で気温の日変動が最も大きくかつ快晴であった2002年9月19日～20日の期間を対象とした。コンクリート打設時の温度応力や長期的な収縮挙動による応力は無視することとし、コンクリートが硬化し十分に強度発現がある状態での短期的な外気温の変動のみを考慮することにより検討を行った。解析モデル、一般的な諸物性値、日射による輻射熱の影響を考慮する手法については参考文献³⁾と同様とした。図-1に解析に用いた外気温を示す。以下の2つのケースについて解析を行い、挙動計測結果と共に比較検討を行った。

Case-1) 日射による輻射熱の影響を考慮しない場合(全長に渡って日射を遮断した場合に相当)

Case-2) 日射による輻射熱の影響を考慮する場合(全長に渡って日射を受けた場合に相当)

3. 挙動計測の再現解析結果

図-2に解析結果と実測値の比較を示す。実測値では床版上面の最高温度は約33℃あり、床版中段に比べ7℃程度高い温度となっている。Case-1では実測値と比べ床版中段の最高温度が10℃程度低く、上面と中段の温度差もほとんどない。Case-2では最高・最低温度、温度履歴共に実測値とよく一致しており、日射による輻射熱の影響を精度良く再現できている。

図-3に2002年9月20日11:51時のCase-1、Case-2および挙動計測によるブロック支間中央位置の変位図を示す。Case-1は変形量が0.2mmの下に凹の変形であるのに比べ、Case-2と挙動計測では、変形量はそれぞれ8.0mmと13.8mmと若

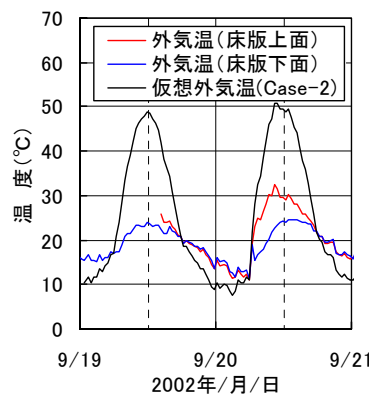


図-1 入力用外気温

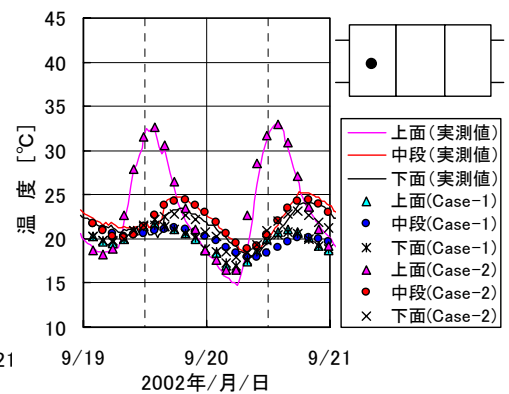


図-2 温度解析結果
(ブロック中央・支間中央)

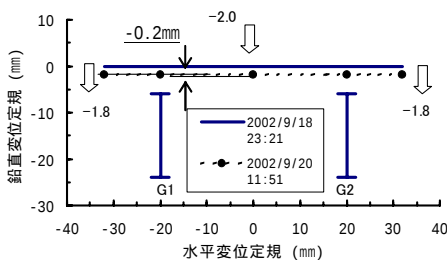


図-3a 変位(Case-1)

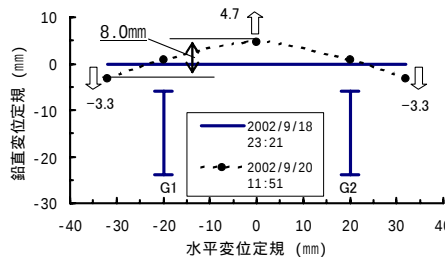


図-3b 変位(Case-2)

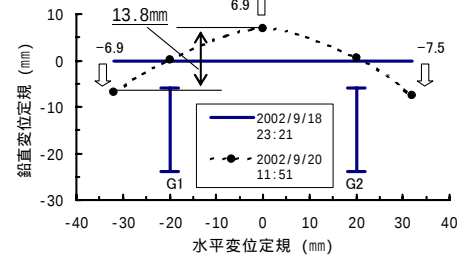


図-3c 変位(挙動計測)

干差はあるが、共に上に凸の変形である。このことから今回行った日射による輻射熱を考慮した解析により、挙動計測結果をおおむね再現することができているといえる。

図-4に9月20日の外気温最高時での解析結果の変形図を、図-5に橋軸方向応力の応力分布（コンター図）を示す。Case-1では、外気温が高くなるにつれて全体的に支間中央がたわむ変形挙動となった（図-4a）。そのため、床版下面に発生する応力は一樣に近い形で分布している（図-5a）。

Case-2では、輻射熱によって床版上面が膨張するために床版支間中央がせり上がり張出部が垂れ下がる変形挙動となった（図-4b）。輻射熱の影響がなければ図-4aのようにたわむ挙動となるところを、実際には輻射熱による床版上面の膨張によって主桁までも上ぞりさせるような変形挙動となる。このため主桁による拘束が大きくなり、床版下面には全体的に橋軸方向に引張応力が発生すると考えられる（図-5b）。

図-6、図-7にCase-1とCase-2におけるブロック上下面の張出部、主桁近傍、床版支間中央の各部位における橋

軸方向応力の履歴を示す。Case-1では、上面は外気温最低時に張出部にて最大引張応力度が 0.62N/mm^2 、下面は外気温最高時に張出部にて最大引張応力度が 0.32N/mm^2 となる。Case-2では、上面は外気温最低時に張出部にて最大引張応力度が 1.08N/mm^2 、下面は外気温最高時に床版支間中央にて最大引張応力度が 0.90N/mm^2 となる。

4. おわりに

今回の検討により、挙動計測結果をおおむね再現することができ、日照変化の影響および日射による輻射熱の影響により発生する応力がひび割れ発生の原因になる可能性があることがわかった。しかし、何らかの方法によって日射を遮断することにより、引張応力を低減することができることもわかった。今後はこの引張応力の低減対策の詳細な検討を行うと共に、今回の解析で挙動計測結果を再現しきれなかった原因についての検討を行う。

参考文献 1) 雪田・庄中・河西・小西・師山：長支間場所打ちPC床版の温度履歴について、第57回土木学会年次学術講演会CS4-015, 2002.9 2) 倉田・江頭・和内・師山：膨張材の効果を考慮した場所打ちPC床版の数値解析手法、第57回土木学会年次学術講演会CS4-012, 2002.9 3) 師山・倉田・雪田：長支間場所打ちPC床版実物大試験体のひび割れに対する日照変化の影響に関する解析的検討、第58回土木学会年次学術講演会CS(投稿中), 2003.9 4) 雪田・倉田・河西：長支間場所打ちPC床版の日照の影響による変形挙動、第58回土木学会年次学術講演会CS(投稿中), 2003.9

