

## 1. はじめに

コンクリート構造物の温度ひびわれは、コンクリート強度が不十分な間に温度勾配に伴う引張応力によるもので、コンクリート表面と内部の温度差がある限界を超えた時点で発生すると言われていいる。特にマスコンクリートの場合、水和熱による内部温度上昇が大きくなることから、この温度ひびわれの発生がもっとも懸念されている。そこで下部工を想定したモデル試験体を作製し、断熱材（発泡スチロール）による養生がコンクリート内部温度及び圧縮強度にどのような影響を与えるのか調査検討し、その結果をもとに大断面を有する第二東名高速道路の橋脚において実施した温度ひびわれ対策について報告する。

## 2. 下部工モデル試験

### (1) 試験体概要

試験体の形状寸法を図1に示す。全高2000mmのうち上部800mmは打設2日目に脱型した。上部から800～1400mm間は100mmの断熱材（発泡スチロール）を91日間張り付けた状態とした。また、底部から600mm間の基礎部は天端を100mmの断熱材で養生したが、側面は打設2日目に脱型したままの状態とした。コンクリート種別は、橋脚躯体がマスコンクリートであることから温度上昇の小さい高炉B及び中庸熱の2種類と普通コンクリートの計3種類とした。コンクリート性状を表1に示す。

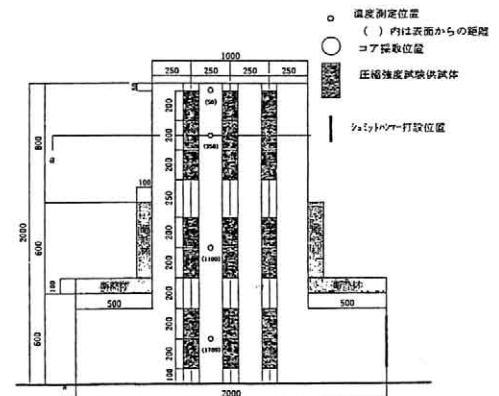


図1 下部工モデル試験体

### (2) 試験項目

各試験体から材齢3日、7日、28日及び91日の全4回コアを採取し圧縮強度を測定した。各コアで7本（図1の黒塗り部）の供試体（以下「コア供試体」という。）を作製した。また比較用としてφ100mm×200mmの管理供試体を作製し、標準と現場の2種類の養生を行なった。

表1 コンクリートの性状

| 種別   | 使用セメント | コンクリート強度            | 水セメント比 | 細骨材率  | スランプ  | 空気量  |
|------|--------|---------------------|--------|-------|-------|------|
| B1-1 | 普通     | 24N/mm <sup>2</sup> | 57.0%  | 45.9% | 8.5cm | 5.2% |
| B1-1 | 中庸     | 24N/mm <sup>2</sup> | 53.5%  | 44.7% | 7.0cm | 4.3% |
| B1-1 | 高炉B    | 24N/mm <sup>2</sup> | 54.0%  | 44.8% | 7.0cm | 3.7% |

### (3) 試験結果

#### ①試験体内温度

図2は普通コンクリートにおける試験体表面に近い部分の温度履歴を示した図である。この図から端部は外気温の影響を強く受けていることが分かる。また断熱材で覆われている個所は最大46℃までコンクリート温度が上昇したが、温度ひびわれに影響する表面と内部の温度差は、コンクリート種別に関係なく断熱材のある部分で小さくなり、養生の効果が十分確認された。

#### ②圧縮強度

試験体から採取したコア供試体と標準管理供試体を比較すると表2の結果となる。この結果、3日強度

キーワード：コンクリート、温度、ひびわれ、強度、養生

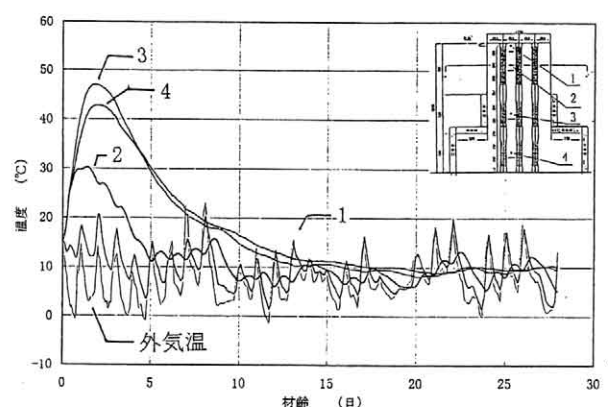


図2 外気温と試験体内部温度履歴

ではコア供試体の強度発現が大きいですが、その後標準養生が大きい値を示し、91日強度では15～24%の強度差があることが分かった。この要因としては、コア供試体は初期の段階では自ら発する水和熱により望ましい養生状態が保たれているが、その後外気温の影響により温度低下が起こり強度が伸びなかったものと推察される。このことは図2の温度履歴結果からも確認できる。

図3に材齢3日目の高さ方向毎の圧縮強度値を示す。この結果から、いずれのセメントにおいても高さ1000～1200mmのコアが最大値を示している。これは内部の温度履歴でピークを示している箇所と一致している。また中央部と上部の強度差は約2倍であったが、その後28日強度では約1.6倍、91日では1.3倍と徐々に強度差はなくなっている。これは水和反応が終了していくにつれ外気温の影響を受け強度差が小さくなっていったものと思える。しかし、養生の有無により初期強度に50%の差が生じており、養生の重要性がよく理解できる。

### 3. 第二東名T川橋における対策例

T川橋の橋脚断面は12.07m×4.57mの小判型であり、脚頭部の打設6日後に脱型した時点でひびわれの発生は認められなかったが、翌日調査したところひびわれが発見された。このひびわれについては材料、施工方法等に問題が無かったこと及び脱型時には発生していないことなどから、温度応力によるものと推察された。そこで、それ以降の橋脚については躯体内部の温度を測定するとともに発砲スチロールを表面に40日間存置した。施工状況を図4に温度測定結果を図5に示す。この結果、外気温と内部温度では60℃程度の温度差があり、養生することにより温度差が10℃以下と改善されているのが分かる。また養生後のひびわれ発生は認められなかった。

### 4. まとめ

土木の分野においては、アーチアバットのような大きい構造物以外は特別なマスコン対策をせずに橋脚などを構築してきた。しかし本来であれば何らかの養生対策が必要であったと考える。特に第二東名のように過去に類の無い大きな断面構造物の施工に当たっては十分な養生管理が必要である。今回、下部工モデルの試験を通して、養生を十分に実施することによりコンクリート表面と内部の温度差を制御できること、この制御により温度ひびわれを抑制できることなどが確認できた。さらに実橋においても断熱材による養生の有効性を実証することができた。

また現在では道路橋示方書の改定により鉄筋かぶりが増えたことにより、躯体表面に無筋コンクリート区間が増加し乾燥収縮や温度等によるひびわれの抑制が難しくなっている。そのため今まで以上に養生管理が重要となっており、本報文が今後の施工管理の一助となれば幸いである。

表2 コア強度と標準養生強度の比率

|          | コア圧縮強度／標準養生圧縮強度 |      |      |      |
|----------|-----------------|------|------|------|
|          | 3日              | 7日   | 28日  | 91日  |
| 普通セメント   | 1.11            | 0.86 | 0.76 | 0.81 |
| 中庸熱セメント  | 1.06            | 0.97 | 0.70 | 0.85 |
| 高炉セメントB種 | 1.07            | 0.87 | 0.64 | 0.76 |

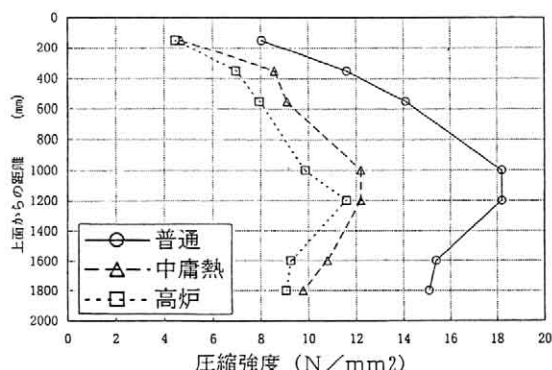


図3 高さ方向別圧縮強度（材齢3日）

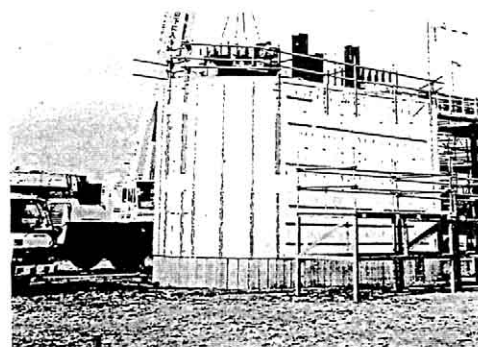


図4 断熱材による養生状況

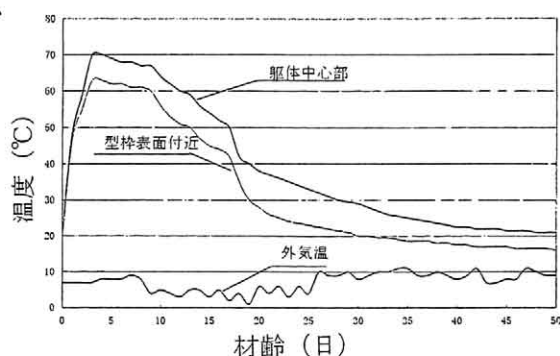


図5 外気温と橋脚内部温度履歴