

V-371 計測結果に基づく低発熱形コンクリートのヤング係数に関する検討

オリエンタルコンサルタンツ 正会員 森高 英樹 *
 建設省土木研究所 正会員 林 昌弘 **
 本州四国連絡橋公団 正会員 森谷 俊美***
 オリエンタルコンサルタンツ 正会員 三百田 敏夫 *

1. はじめに

本州四国連絡橋の基礎は巨大なコンクリート構造物であり、マスコンクリートとしての温度ひび割れの制御のために低発熱形コンクリートを使用している。また、施工中および施工完了後において、温度ひび割れに関する管理等を行うために、打設したコンクリートの温度、応力等に関する計測を実施してきている。

本検討においては、これらの計測結果を基に、今後の低発熱形コンクリートを用いた場合の温度ひび割れに関する解析や評価のための基礎資料を得ることを目的に、温度ひび割れ指数に大きく影響を及ぼす各解析定数のうち、打設後初期のヤング係数に着目して、その評価を試みた。なお、今回対象とした基礎は明石海峡大橋の4Aアンカレイジである。

2. 検討内容

2成分系の低発熱形コンクリートにより打設された2つのリフトを対象として検討を行った（表-1）。リフト内に設置された計測センサーの計測値を基に、有効応力と拘束ひずみ（温度補正したひずみ計計測値）の関係をを用いてヤング係数を評価し、積算温度との関係を求めるものとする。さらに、標準供試体の試験による接線ヤング係数との比較を行うことにより、有効ヤング係数法におけるヤング係数の低減率を算出する。

表-1 対象リフト

リフト	打設月	L(m)/H(m)
①	7月	15.5 / 2.5 = 6.2 37.0 / 2.5 = 14.8
②	9月	30.0 / 1.5 = 20.0 40.0 / 1.5 = 26.7

L：底面の長さ（2方向） H：高さ

なお、対象リフトの2成分系の低発熱形コンクリートの成分は、

低発熱形ポルトランドセメント：高炉スラグ＝30：70、W/C＝56% である。

3. 対象とする計測センサー

図-1はリフト①のセンサー設置状況である。有効応力計、ひずみ計、熱電対を1対とすると、対象リフトの中心位置で合計9対の計測であるが、このうち材齢とヤング係数の関係を示すことができた4対により検討を行う。

4. ヤング係数及び低減率の算出

打設後初期（材齢9日程度まで）の応力とひずみの関係および温度履歴の計測例を図-2に示す。(a)温度上昇時（圧縮応力増加）、(b)温度下降時（圧縮応力減少）、(c)圧縮応力再増加以降の区間に分け、それぞれの区間の近似直線によりヤング係数を評価した。さらに、材齢を式(1)による積算温度M(°C・日)で表し、区間内の平均値を算出した。

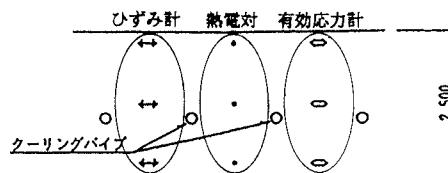


図-1 センサー設置状況
（リフト①の例）

θ ：dt時間中のコンクリートの養生温度(°C)

A：定数（ここでは一般的な値として10°C）

dt：時間（日）

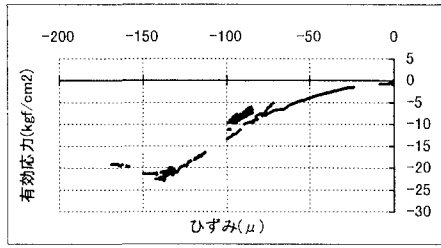
$$M = \int_0^t (\theta + A) dt \quad \text{式(1)}$$

キーワード：マスコンクリート、低発熱形コンクリート、有効ヤング係数、温度ひび割れ解析

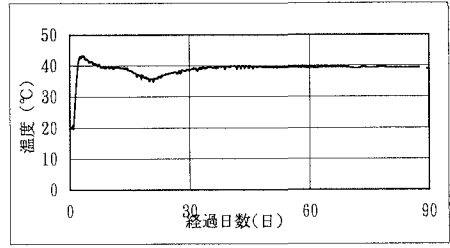
* 〒213-0011 川崎市高津区久本3-5-7 ニッセイ新溝の口ビル内

** 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

*** 〒651-0088 神戸市中央区小野柄通4-1-22 アーバンエース三宮ビル内



(1)有効応力とひずみ



(2)温度履歴

図-2 打設後初期の計測例

平均積算温度とヤング係数の関係を図-3に示す。横軸の平均積算温度は対数表示である。また、標準供試体の試験による接線ヤング係数も図示した。

対数表示した平均積算温度とヤング係数の関係は、約1000°C・日まではほぼ直線になることが確認できる。

コンクリート標準示方書に示されている有効ヤング係数法に準拠した式(2)により、クリープの影響を考慮したヤング係数の低減率 ϕ を求めらる。

$$E_e = \phi \cdot E_c \quad \text{式(2)}$$

ここに、 E_e : 有効ヤング係数

E_c : クリープを考慮しないヤング係数
(標準供試体の試験による接線ヤング係数)

図-3に示した各点を(a)温度上昇時、(b)温度下降時に分類し、それぞれの低減率 ϕ を求めると表-2となる。本検討から算出された ϕ の平均値は、温度上昇時に0.58、温度下降時に0.79となった。

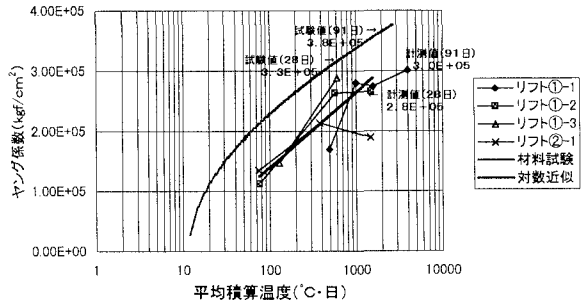


図-3 平均積算温度とヤング係数の関係

表-2 ヤング係数の低減率 ϕ の算出結果

(a)温度上昇時（圧縮応力増加）			
リフト	平均積算温度 (°C・日)	ヤング係数 (kgf/cm²)	ヤング係数の低減率 ϕ
①	496	1.70×10^5	0.55
	75	1.12×10^5	0.53
	129	1.47×10^6	0.61
②	76	1.35×10^6	0.64
平均	—	—	0.58

(b)温度下降時（圧縮応力減少）			
リフト	平均積算温度 (°C・日)	ヤング係数 (kgf/cm²)	ヤング係数の低減率 ϕ
①	1004	2.80×10^5	0.83
	579	2.63×10^5	0.84
	608	2.88×10^5	0.91
②	385	2.14×10^5	0.72
平均	—	—	0.79

5. まとめ

限られた計測データからではあるが、低発熱形コンクリートの温度ひび割れ解析において、有効ヤング係数法による場合の低減率 ϕ （クリープの影響度合）の例を示した。本検討結果は、本州四国連絡橋公団において運用してきた温度ひび割れ解析要領（案）へフィードバックした。

最後に、本検討にあたり貴重なご指導をいただいたコンクリート構造委員会の構造設計分科会（分科会長辻幸和群馬大学教授）委員の皆様に対して、ここに深く感謝の意を表します。