

高強度コンクリートの一軸拘束試験によるヤング係数低減係数の同定について

岐阜大学工学部 正会員 小澤 満津雄
同上 平野 祐子
同上 正会員 森本 博昭

1. はじめに

本研究では、温度変化が生じる高強度コンクリートを対象とした一軸拘束試験を実施し、供試体に生じる拘束応力ならびに自己収縮ひずみの実測値から、温度応力と自己収縮応力が生じる場合のヤング係数低減係数の検討を行った。

2. 実験概要

本研究では、図・1 に示す JIS 原案法による一軸拘束試験を行った。JIS 原案法では供試体の断面寸法は 100×100mm で、試験区間長 500mm のドッグボーン型供試体を用いる。供試体の試験区間長に電熱線を配置し、温度変化を与えた。従って、供試体には自己収縮ひずみと温度ひずみが同時に生じ、これらの初期ひずみによる応力が発生することになる。拘束試験と並行して電熱線を配置した 100×100×400mm の無拘束試験を実施し、温度ひずみと自己収縮ひずみを含んだ自由収縮ひずみの測定も行った。表・1 にコンクリートの配合を示す。

3. クリープ低減係数の算定法

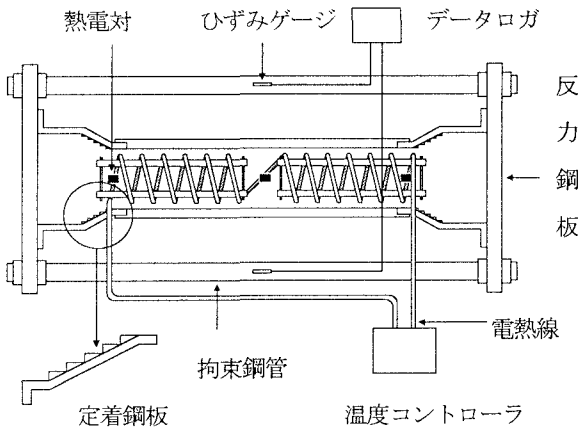
式(1)(2)のように温度変化を与えた無拘束試験体の自由ひずみ増分 $\Delta\epsilon_{free}$ から、同配合の熱膨張係数の経時変化 α から熱ひずみ増分 $\Delta\epsilon_t$ を除去することにより自己収縮ひずみ増分 $\Delta\epsilon_{auto}$ を求める。式(1)より得られた自己収縮ひずみと式(2)より得られた温度ひずみの増分 $\Delta\epsilon_t$ を鋼材ひずみ増分 $\Delta\epsilon_{total}$ から差し引くことによって、式(3)より弾性ひずみ増分 $\Delta\epsilon_e$ を求める。ただし、全ひずみ $\Delta\epsilon_{total}$ は鋼材ひずみ増分 $\Delta\epsilon_s$ と等しいと仮定する。一方、コンクリートの応力増分 $\Delta\sigma_c$ は鋼材との釣り合いにより式(4)で求める。従ってヤング係数低減係数 ke は式(5)から算出できる。

$$\Delta\epsilon_{auto} = \Delta\epsilon_{free} - \Delta\epsilon_t \text{---(1)}, \quad \Delta\epsilon_t = \alpha(t) \cdot \Delta T \text{---(2)}, \quad \Delta\epsilon_e = \Delta\epsilon_{total} - (\Delta\epsilon_t + \Delta\epsilon_{auto}) \text{---(3)}$$

$$\Delta\sigma_c = -\frac{A_s}{A_c} \Delta\epsilon_s E_s \text{---(4)}, \quad ke = \frac{\Delta\sigma_c}{E_c \Delta\epsilon_e} = \frac{A_s / A_c \Delta\epsilon_s E_s}{E_c \Delta\epsilon_e} \text{---(5)}$$

ここに、 $\Delta\epsilon_{auto}$: 自己収縮ひずみ増分、 $\Delta\epsilon_{free}$: 自由ひずみの増分、 $\Delta\epsilon_t$: 温度ひずみ増分、 $\Delta\epsilon_e$: 弾性ひずみ増分、 ke : ヤング係数低減係数、 A_c : 拘束供試体の断面積、 A_s : 鋼材の総断面積、 $\Delta\epsilon_s = \Delta\epsilon_{total}$: 鋼材ひずみの総計、 E_s : 鋼材のヤング係数、 E_c : コンクリートのヤング係数

温度上昇開始材齢は、同一配合から採取したモルタルの凝結試験 ²⁾ より材齢 10hr とした。弾性係数は表・2 に示す各材齢における値を線形補間することにより決定した。



図・1 拘束試験装置(JIS 法)

表・1 示方配合

W/C (%)	単位量(kg/m³)				
	W	C	S	G	Ad
30	132	440	840	1060	22

Ad : 高性能 AE 減水剤

表・2 強度および弾性係数

材齢(日)	fc(N/mm²)	ft(N/mm²)	Ec(kN/mm²)
1	14.3	-	17.2
3	57.6	-	32.9
7	63.7	-	35.4
14	72.2	4.6	38.1
31	75.6	5.7	39.3

4. 結果

図-2 に実測値ならびにヤング係数低減係数 ke の経時変化を示す。図-2(f)にコンクリートの応力を示す。材齢初期 50hr.まで温度上昇により、膨張成分の熱ひずみ増分と収縮成分の自己収縮ひずみ増分がほぼ同程度であると考えられるため、コンクリートの応力はほぼゼロである。材齢 50hr.以降、温度が下降し始めると、膨張成分の熱ひずみ増分が小さくなり、収縮成分の自己収縮ひずみ増分が大きくなるために、コンクリートは全体に収縮傾向を示し、結果として引張応力が作用する。その後、温度が一定となると応力もほぼ一定となる。図-2(g) ヤング係数低減係数 ke の経時変化を示す。 ke は材齢の進行とともに緩やかに低下し、材齢 200hr.以降は 0.5 程度となることがわかる。このことは、クリープの影響が材齢の進行とともに現れてくるためと考えられる。土木学会³⁾ではクリープ低減率を材齢 3 日までは 0.75 とし、材齢 5 日以降は 1.0 としているが、本研究で得られた結果はそれよりも小さくなった。

5. まとめ

本研究でのまとめを以下に示す。

1) コンクリートの応力は材齢初期の 50hr.までは温度上昇により膨張成分の熱ひずみ増分と収縮成分の自己収縮ひずみ増分がほぼ同程度であると考えられるため、コンクリートの応力はほぼゼロとなった。材齢 50hr.以降、温度が下降し始めると、膨張成分の熱ひずみ増分が小さくなり、収縮成分の自己収縮ひずみ増分が大きくなるために、コンクリートは全体に収縮傾向を示し、結果として引張応力が作用する。その後、温度が一定となると応力もほぼ一定値を示した。

2) ke は材齢の進行とともに緩やかに低下し、材齢 200hr.以降は 0.5 程度となることがわかる。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会：コンクリート構造物のクリープおよび収縮による時間依存変形に関するシンポジウム、pp.187-190,2001
- 2) 小澤 満津雄、金鴻勝、島崎 磐、森本 博昭：非接触変位計による若材齢コンクリートの熱膨張係数の計測コンクリート工学年次講演論文集、pp.1099-1104、2001
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書 施工編 平成 8 年度版

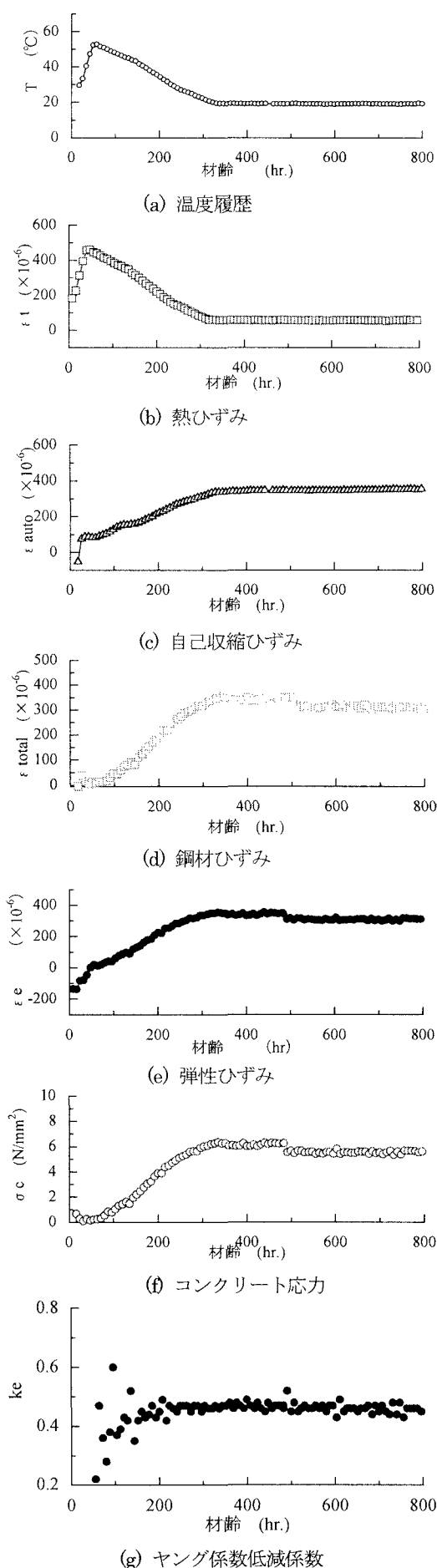


図-2 実測値ならびにヤング係数低減係数 ke の経時変化