

脱型材齢が膨張コンクリートのヤング係数および仕事量に及ぼす影響

名城大学大学院 学生会員 ○林 陸太
名城大学 正会員 石川 靖晃

1. はじめに

膨張コンクリートの仕事量にヤング係数が影響することは容易に予想されるため、その測定は必要である。一般的に膨張コンクリートのヤング係数は型枠の拘束の影響を受けると考えられるが、膨張材混入量が多い程、型枠の拘束の影響を強く受けると思われる。しかしこの点に関する検討は十分なされていない。

そこで本研究では膨張コンクリートのヤング係数の型枠の拘束の影響および、膨張材混入量との関係を明らかにすることを目的とする。そして、膨張材混入量および脱型する材齢の異なる膨張コンクリートのヤング係数を測定し、その比較検討を行った。

2. 一軸圧縮試験によるヤング係数の測定

本研究では直径 100mm、高さ 200mm の円柱供試体の一軸圧縮試験により膨張コンクリートのヤング係数を測定した。円柱供試体を万能試験機に設置し、応力-ひずみ関係の測定にはロードセルおよびコンプレッソメータを使用した。表-1 に膨張材混入量の異なる 2 つの膨張コンクリートの配合を示す。一方は初期ひび割れの減少を目的とする NE20 であり、他方は一般的な鉄筋コンクリート構造にケミカルプレストレスの導入を目的とする NE40 である。いずれの配合も、普通ポルトランドセメントを使用している。供試体は脱型後 20 で気中養生した。表-2 に実験ケースを示す。いずれの配合も、脱型する材齢(脱型材齢)および、ヤング係数の測定を行う材齢(測定材齢)はそれぞれ 1 日、3 日、7 日である。

3. 測定結果・考察

NE20 と NE40 のヤング係数の経時変化を、それぞれ図-1a)および、図-1b)に示す。横軸は測定材齢 t (日)

を、縦軸はヤング係数 E_c (N/mm²)をそれぞれ示す。図中の凡例“脱型材齢 1 日”、“脱型材齢 3 日”、“脱型材齢 7 日”はそれぞれ材齢 1 日、3 日、7 日に脱型した膨張コンクリートのヤング係数を示している。同じ測定材齢でのヤング係数のばらつきは、NE20 よりも NE40 で顕著である。したがって、型枠の拘束によるヤング係数への影響は、NE20 よりも NE40 がより大きいといえる。そのため、NE40 には、材齢 1 日に脱型することにより得られるヤング係数の経時変化を表す曲線(材齢 1 日での脱型)および、一軸圧縮試験の直前に脱型することにより得られるヤング係数の経時変化を表す曲線(測定直前での脱型)の 2 つが示されている。また NE40 のヤング係数は、脱型材齢 1 日より脱型材齢 3 日、7 日のほうが大きくなっている。著者らのこれまでの研究¹⁾では、膨張は材齢 3 日程度でほぼ完了しており、脱型材齢 3 日、7 日は膨張の大半を拘束していると思われる。したがってコンクリートが密実になり、ヤング係数が大きくなったと考えられる。測定材齢 7 日では、脱型材齢 7 日より脱型材齢 3 日のヤング係数が大きくなっている。これはクリープの影響が考えられる。

4. ヤング係数の仕事量への影響

型枠の拘束の影響を仕事量から検証するため、膨張コンクリートの二軸拘束試験を行い、仕事量の算定を行った。実験および仕事量算定の詳細については文献 1)2)を参照されたい。つぎに、仕事量の算定式を以下に示す。まず、膨張コンクリートのある方向を x 方向とし、直交する方向を y 方向とする。この二方向を拘束鋼材で拘束する状態を考える。単位体積あたりの膨張コンクリートが、 x 、 y 方向の拘束鋼材になす仕事量

表-1 膨張コンクリートの配合

配合名	最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/ (C+EX) (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						
						W	C	EX	S	G	混和剤	
											SP* ¹	AE* ²
NE20	20	15±	4.5±	55	47	175	298	20	830	951	3.82	0.0155
NE40		1.5	1.5				278	40				

*¹ 高性能 AE 減水剤 *² 空気量調整剤

表-2 実験ケース

	測定材齢 (日)	1	3	7
脱型 材齢 (日)	1	○	○	○
	3	-	○	○
	7	-	-	○

キーワード 膨張コンクリート, ヤング係数, 脱型材齢, 膨張材混入量, 仕事量

連絡先 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学理工学部建設システム工学科 TEL 052-838-2343

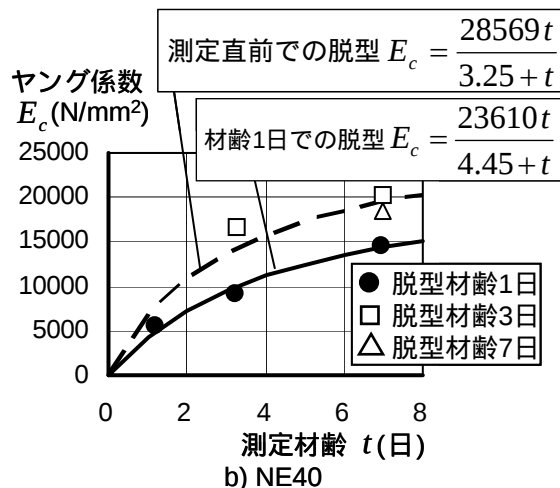
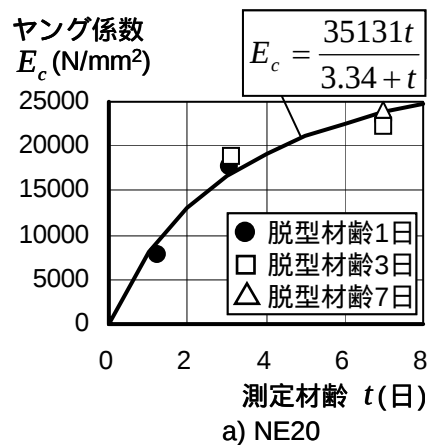


図 - 1 ヤング係数の経時変化

U_{sx} , U_{sy} はそれぞれ次式で示される.

$$U_{sx} = \frac{1}{2} \rho_x E_s \varepsilon_{sx}^2, \quad U_{sy} = \frac{1}{2} \rho_y E_y \varepsilon_{sy}^2 \quad (1)$$

ここで, ρ_x , ρ_y はそれぞれ x , y 方向の拘束鋼材比であり, ε_{sx} , ε_{sy} はそれぞれ x , y 方向の拘束鋼材の軸ひずみである. 一方, 単位体積あたりの膨張コンクリートが自身になす x , y 方向の仕事量 U_{cx} , U_{cy} は, 次式により間接的に推定される.

$$U_{cx} = \sum \rho_x \frac{E_s^2 \varepsilon_{sx}}{E_c} (\rho_x \Delta \varepsilon_{sx} - \nu \rho_y \Delta \varepsilon_{sy}) \quad (2)$$

$$U_{cy} = \sum \rho_y \frac{E_s^2 \varepsilon_{sy}}{E_c} (\rho_y \Delta \varepsilon_{sy} - \nu \rho_x \Delta \varepsilon_{sx}) \quad (3)$$

ここで, E_c と ν はそれぞれ膨張コンクリートのヤング係数およびポアソン比である. 式(2)および式(3)により仕事量の算定に膨張コンクリートのヤング係数が必要であることが示される.

NE20 よりも型枠の拘束の影響が強いと考えられる NE40 の拘束鋼材比と仕事量の関係を図 - 2 に示す. 図 - 2a)は図 - 1b)に示す“材齢1日での脱型”を表す曲線より仕事量を算定しており, 図 - 2b)は同じく図 -

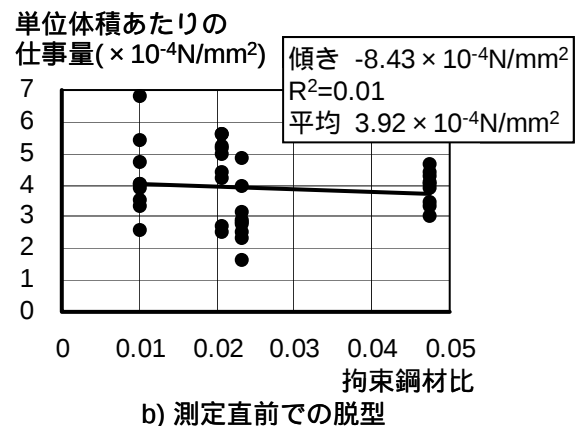
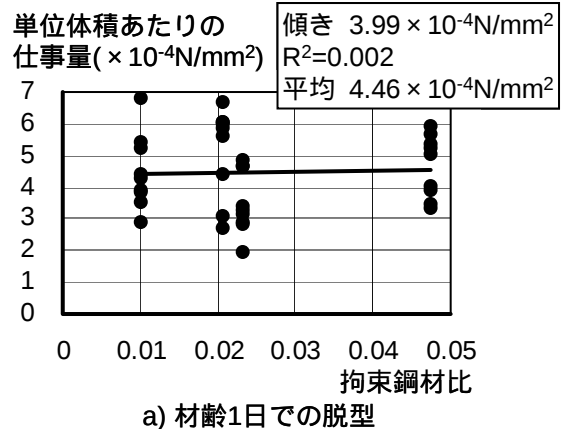


図 - 2 拘束鋼材比と仕事量の関係

1b)に示す“測定直前での脱型”を表す曲線より仕事量を算定している. また, 最小二乗法による仕事量の推定式も描かれている. 図 - 2 より, 型枠の拘束が仕事量にも影響することが示される.

5. おわりに

以上より型枠の拘束が膨張コンクリートのヤング係数に及ぼす影響は膨張材混入量が多いほど顕著であることが実験的に確認された.

謝辞

本研究を行うにあたり, 平成 20 年度名城大学理工学部建設システム工学科石川研究室卒業生, 森本駿介氏および学生諸氏に貴重な研究成果の提供をいただいた. ここに厚く謝意を表す.

参考文献

- 1) 林陸太, 石川靖晃: 二軸拘束状態における膨張コンクリートの拘束ひずみ測定実験および仕事量の評価 ~ 膨張材混入量 40kg/m³ ~, 平成 20 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, V-015, pp.469-470, 2009.3
- 2) 石川靖晃, 柴田要: 仕事量一定則に基づく膨張コンクリートの变形挙動に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.1, pp.351-356, 2008