

二軸拘束状態下における膨張コンクリートのひずみエネルギー測定に関する基礎的研究

○名城大学 学生会員 関 貴之

名城大学大学院 学生会員 柴田 要

名城大学 正会員 石川靖晃

1. 序論

コンクリート構造物の長寿命化が考慮されている中、論点と挙げられるものに初期ひび割れ発生がある。初期ひび割れは経年劣化や構造物の耐力の低下などを引き起こし、自己収縮・乾燥収縮・温度変化などにより引き起こされるものである。今日ではこの抑制方法として、施工の容易さの観点から膨張材を用い性能改善が図られている。膨張材による体積膨張のメカニズムは、実験的には一軸状態下において辻ら¹⁾や高瀬ら²⁾により膨張コンクリートが拘束鋼材になす仕事量が一定になることが確認されている。しかし、多軸応力状態下においては仕事量一定則を証明する実験はまだ数少なく、特に膨張による単位体積当たりのひずみエネルギーと各方向に配置される丸鋼の拘束との関連については未だ解明されていないことが現状である。そこで、本研究では二軸拘束状態下において、各方向の丸鋼の膨張ひずみを測定できる装置の製作をまず行った。そして二軸方向において独立に丸鋼になす仕事量を測定し、その検討を行った。

2. 二軸拘束状態下での膨張コンクリートの仕事量測定実験概要

開発した二軸拘束状態下での膨張コンクリートの仕事量測定装置を、図-1に示す。一枚の剛な台座の上に4枚の鋼板と、膨張コンクリート内部に2本、外側に上下2本ずつの拘束丸鋼で装置は構成される。各丸鋼には、中央部にひずみゲージを貼り止水テープで防水し、コンクリート内部を通る2本の丸鋼は、ラップ・ビニールテープを交互に覆いコンクリートとの付着を防止する。本装置の特徴は、2方向に直交する丸鋼の軸ひずみが得られることから膨張コンクリートの仕事量を2方向同時に測定することができることである。また、装置が組み立て式であるので、使い回しが可能である。

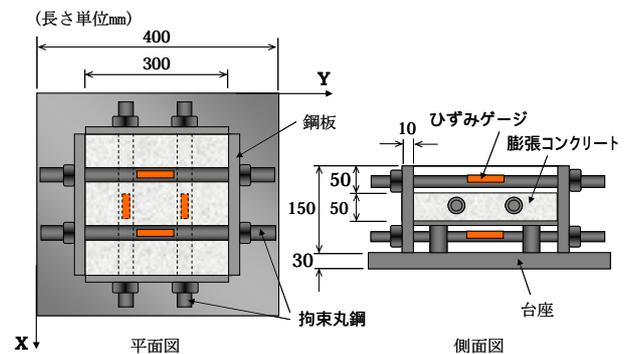


図-1 測定装置

表-1 示方配合表

配合名	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/(C+EX) (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						
					W	C	EX	S	G	SP8	202A
NE30	15±1.5	4.5±1.5	55	47	175	288	30	830	951	3.82	0.0155
NE60					175	258	60	830	951	3.82	0.0155

試験方法として、まず膨張コンクリートを一辺

* 混和材：SP8S—高性能 AE 減水剤 202A—AE 剤

300mm 高さ 50mm の立方体供試体となるように突き棒を用いて満遍なく装置内に打ち込み、コテ等を使って表面を水平に施した。そして、鋼板四方を、木槌を用いて鋼板に対し偏心がかからぬよう中心面を1面あたり30回叩いて締固めた。供試体の配合を表-1に、また鋼材及び膨張材の材料物性値を表-2に示す。配合は、2つのパターンで行う。NE30・NE60はセメントをそれぞれ内割で30kg/m³、60kg/m³ずつ膨張材で置き換えたものである。

表-2 材料物性値

使用材料	物性	
膨張材	密度(g/cm ³)	3.16
	比表面積(cm ² /g)	3450
鉄筋	降伏点(N/mm ²)	345
	引張強さ(N/mm ²)	570
	伸び(%)	20
	硬さ(HB)	167~229
	ヤング率(N/mm ²)	2.06×10 ⁵

キーワード 膨張コンクリート 仕事量一定則 ひずみエネルギー

連絡先：名古屋市天白区塩釜口1-501 TEL：052-838-2343

打設後、2 時間経過した時点を中心として拘束丸鋼のひずみを出した。室温 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $90\%RH$ 一定の環境の下で、測定期間は膨張ひずみが安定するまでとし、2 時間間隔でひずみ変化を測定した。丸鋼の直径は各 $\Phi 6 \cdot \Phi 10$ とした。実験ケースとして、先の配合と違い (NE30, NE60) によるケースに加え、丸鋼面積を変化させた 4 ケースを表-3 に示す。表中において、例えば一軸 $\Phi 6$ とは、x 方向のみまたは y 軸方向のみ配筋したことを表し、表中の「-」は配筋なしの状態を表す。

3. 実験結果および考察

図-3 は、実験ケース NE30 二軸 $\Phi 6$ における各拘束丸鋼が受けるひずみの経時変化を示したものである。なお、丸鋼は図-2 に示すような番号を付ける。丸鋼による拘束が大きいため、y 軸方向ひずみは x 軸方向ひずみに比べ大きくなっている。これはあるケースの一例であるが、他のケースにおいても同様の傾向が得られた。

X 軸方向、Y 軸方向 (図-2 参照) の単位体積当たりの丸鋼のひずみエネルギー U_0 を次式で算定した。

$$U_0 = \frac{1}{2} \rho E_s \varepsilon_s^2 \quad (1)$$

ここに、 E_s は鉄筋のヤング係数、 ε_s は鉄筋ひずみ、 ρ は鉄筋比とする。

図-3 に混入量 NE30 におけるひずみエネルギーの経時変化を図-4 に NE60 におけるひずみエネルギーの経時変化を示す。これらの図から現在の時点では、明確な結論を導くことはできない。実験値のバラツキの原因として、丸鋼と鋼板との接合部においてすべりが考えられる。この点については今後検討を行う必要があり、更に、実験個数を増やし検討を行っていくことは言うまでもない。

4. まとめおよび今後の課題

本研究では、二軸拘束状態下において、それぞれの方向に独立して単位体積当たりの膨張ひずみエネルギーを測定できる装置を製作した。そして測定結果の一例を示した。その結果二軸方向に独立して単位体積当たりの膨張ひずみエネルギーを測定できることを確認した。今後は、鉄筋径を変化させ同様の実験のケースを増やし、鉄筋量の違いによる影響を検討していきたいと考えている。また、鋼板と拘束丸鋼のすべりについても検討を行う。

参考文献

- 1). 辻幸和:ケミカルプレストレスおよび膨張分布の推定方法, コンクリート工学, vol.19, No6, 1981.6
- 2). 高瀬和男:場所打ち PC 床版における膨張材効果の定量的評価に関する研究および実橋梁への適用, 第 3 章, pp.55-59, 2005.3

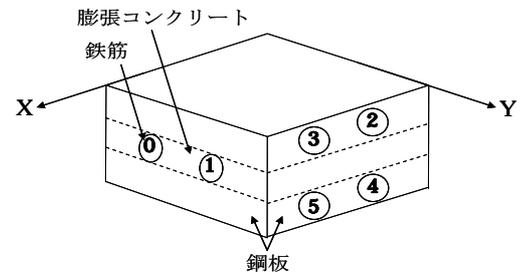


図-2 鉄筋番号

表-3 実験ケース

Case 名	x 方向	y 方向
一軸 $\Phi 6$	$\Phi 6$	-
一軸 $\Phi 6$	-	$\Phi 6$
二軸 $\Phi 6$	$\Phi 6$	$\Phi 6$
二軸 $\Phi 10$	$\Phi 10$	$\Phi 10$

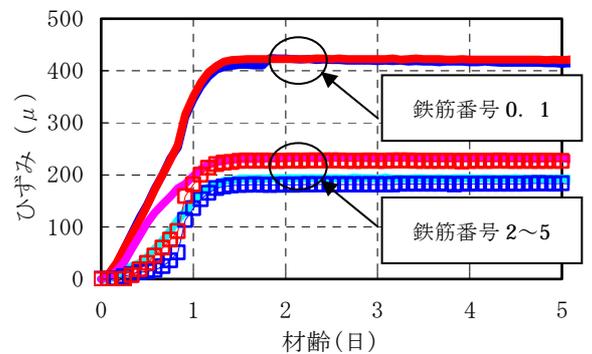


図-3 丸鋼鉄筋におけるひずみ経時変化 (NE30 二軸 $\Phi 6$)

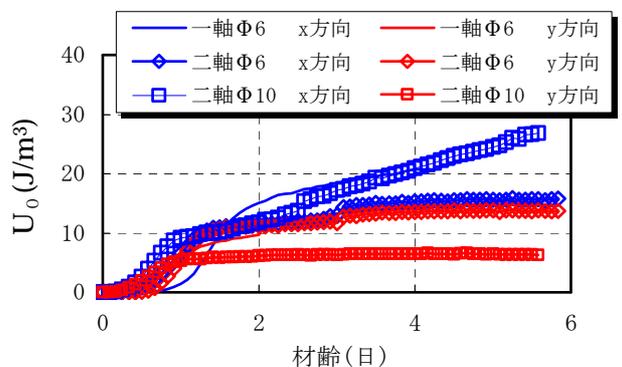


図-4 混入量 NE30 における U_0 の経時変化

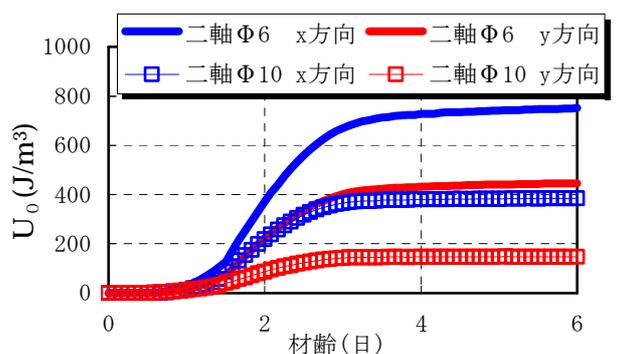


図-5 混入量 NE60 における U_0 の経時変化