

打設条件に起因するコンクリートの異方性が膨張性状に及ぼす影響

Effect of Anisotropic Structure Caused by Casting Condition on Expansion Characteristics of Concrete

小 林 一 輔*・西 内 達 雄*
Kazusuke KOBAYASHI and Tatsuo NISHIUTI

1. ま え が き

流動状態にあるコンクリートを一定の高さの型枠内に充填すると、コンクリートを構成している素材は比重の大きさにより一時的な分離を生じ、これによりコンクリートの打設方向、すなわち重力の作用する方向には水の上昇に伴い連続する毛管空隙を生じやすく、この影響は一度に打設する高さが高くなるほど顕著になると考えられている。したがって、ある一定の形状の部材、たとえば、直方体の形をしたコンクリート部材を作る場合には、長手方向の軸を水平にして作る場合(すなわち、梁：本実験では横打ち供試体H)と鉛直にして作る場合(すなわち、柱：本実験では縦打ち供試体V)の2通りの作り方がある。

いずれも、コンクリートの充填は休止期間を置くことなく連続的に行うとすれば、同一の手法、形状のものを作っても、前述の分離の影響を受ける度合の差によって、外部からの物質の浸透、拡散状態も両者で異なることが実験により確かめられている¹⁾。

以上のことから本研究は、コンクリート内部の浸透、拡散性状が異なれば、それに起因する膨張性状も異なるのではないかと考え、これらのことを実験により検討したものである。

2. 実 験 方 法

2.1 使用材料とコンクリートの配合

アルカリ骨材反応による膨張量測定を目的とした供試体においては、セメントは $R_2O=0.57\%$ の普通ポルトランドセメント、粗骨材は砕石(硬質砂岩、最大寸法:20mm)またはガラス質安山岩(最大寸法20mm)細骨材はガラス質安山岩砕石(FM=2.45)を使用し、コンクリートの配合は $W/C=50\%$ 、 $S/a=46\%$ とし、セメントの Na_2O 当量が1.5%となるようNaOHで調整した。また、膨張材による膨張量測定を目的とした供試体においては、セメントは $R_2O=0.57\%$ の普通ポルトランドセメント、粗骨材は砕石(硬質砂岩、最大寸法:20mm)、細骨材は川砂(砂岩、FM=3.07)を使用し、コンクリートの配合は $W/C=50\%$ 、 $S/a=46\%$ とした。ここで、膨張材の混入量は $1m^3$ 当たり60kgとした。

2.2 供試体の製作と養生

直方体縦打ち供試体は3層、横打ち供試体は2層に分けて打設し、各層は棒状パイプレーターによって締め固めた。供試体は脱形後、図-1に示すような養生条件のもとで養生を行った。

2.3 膨張量の測定

無拘束状態で自由膨張量を測定した供試体は、両端面に長さ変化測定用のプラグを埋めこんだもので、測定に

目 的	骨材種類	供試体寸法	養生条件
測定用供試体	自由膨張	細骨材のみ安山岩	10×10×40cm → 40℃, 100%RH
	拘束膨張	細, 粗骨材とも安山岩	10×15×80cm → 20℃, 100%RH
		細骨材のみ安山岩	10×10×40cm → 40℃, 100%RH
		細骨材に安山岩(モルタル)	φ 10×40cm → 40℃, 100%RH
		骨材は非反応性(膨張材使用)	10×15×80cm → 20℃, 100%RH

*東京大学生産技術研究所 第5部

図-1 供試体種類

研究速報

はダイヤルゲージを用いた。

図-2に一軸拘束状態で拘束膨張量を測定した供試体を示す。拘束用のPC鋼棒はJIS G3109 C種1号に該当するφ13mm(10×15×80供試体)、φ11mm(10×10×40供試体)のもので、コンクリートの付着を防ぐため周囲にビニールテープを巻き、更にグリースを湿布してからコンクリート内に埋め込んだ。拘束応力は供試体端部に設置したロードセル(容量10t)から算出した。

二軸拘束状態で拘束応力を測定したモルタル供試体は図-3に示すとおりで二方向のひずみより次式により膨張圧(P)を算出した。

$$P = (Y + \nu X)E(t/r + t^2/2r^2)/(1 - \nu^2)$$

- ここで X:円管の軸方向のひずみ
- Y:円管の周方向のひずみ
- E:円管材料のヤング率

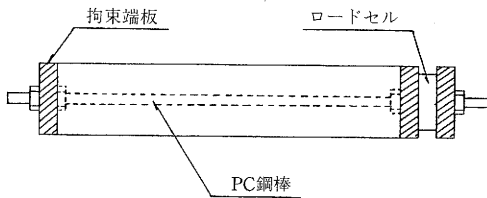


図-2 一軸拘束状態供試体

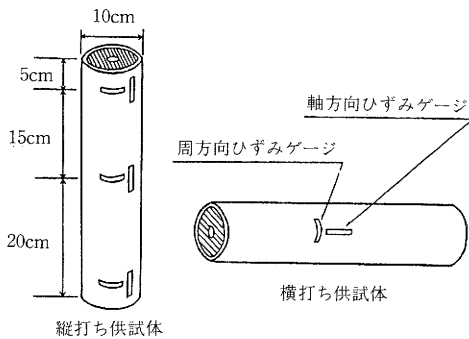


図-3 円筒管モルタル供試体

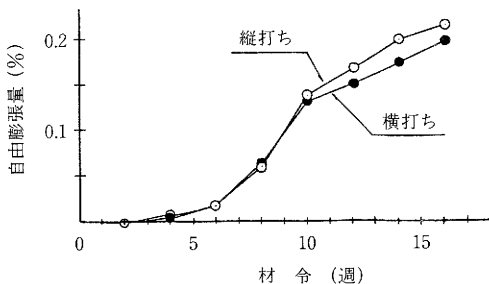


図-4 自由膨張量測定結果

- ν :円管材料のポアソン比
- r :管の内径で半径
- t :管の厚み

3. 実験結果と考察

3.1 自由膨張量

自由膨張量の測定結果を図-4に示す。自由膨張量は材令6週頃から急激に増加し、10週を過ぎた頃から両供試体の膨張量に差が生じ始めたが、その差は約10%程度であった。しかし出頭らの研究²⁾によると、その差が約20%という結果が報告されている。

3.2 拘束膨張量

拘束応力の測定結果を図-5、図-6に示す。図-5において、養生温度が20°Cのものは、膨張が現在も進行中であり、徐々に拘束応力が大きくなっているのに対して、養

20°C, 100%RH, 10×15×80cm, G, Sとも安山岩, R ₂ O=1.5%	——
40°C, 100%RH, 10×10×40cm, Sのみ安山岩, R ₂ O=1.5%	----

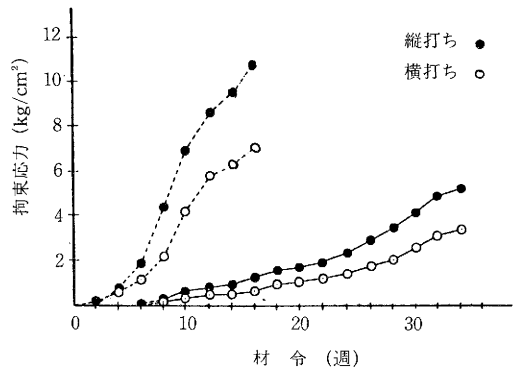


図-5 一軸拘束応力測定結果(安山岩)

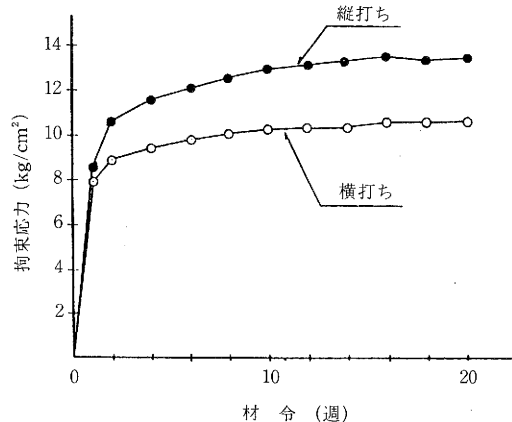


図-6 一軸拘束応力測定結果(膨脹材)

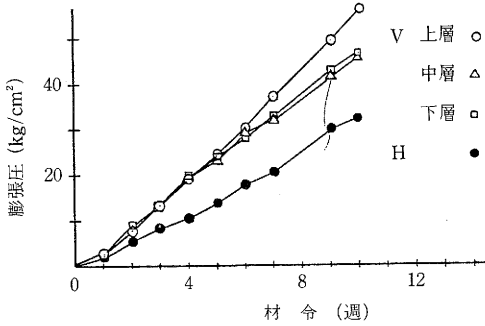


図-7 円筒管モルタル膨張圧測定結果

生温度が40°Cのものは、初期材令から急激に拘束応力が高まっている。しかし、いずれの場合においても縦打ち供試体の拘束応力のほうが横打ち供試体の拘束応力より約30%も大きいことがわかる。

また図-6から、膨張材を使用した場合においても約25%も縦打ち供試体の拘束応力のほうが横打ち供試体の拘束応力よりも大きいことがわかった。

ただし、膨張材による膨張はアルカリ骨材反応による膨張のメカニズムとは異なり、マトリックス全体が均一に膨張するため、本実験において使用した供試体では、拘束方向に対し90°の方向にも膨張が生じたと考えられる。このことを考慮すると、縦打ち、横打ち両供試体の実際の拘束応力にはこれ以上の差があるとも考えられる。

3.3 二軸拘束膨張量

円筒管モルタル供試体により膨張圧を測定した結果を

図-7に示す。この図から前述までの結果と同様、縦打ち供試体の膨張圧のほうが横打ち供試体の膨張圧よりも大きく、縦打ち供試体においては、上層部の膨張圧が一番大きいことが明らかである。このことは、打設直後、材料分離により、アルカリイオンを含んだ水が上昇することによって、上部が最も反応性が高くなったためであると考えられる。そして、縦打ち供試体上層部においては、アルカリイオンを含んだ水の移動が非常に起こりやすい構造になっていることは前報に示した。

4. む す び

コンクリートの膨張性状に影響を及ぼす要因の1つは打設方向であり、一般に縦打ち供試体の膨張量のほうが横打ち供試体の膨張量より大きく、その原因はコンクリートの打設に伴って形成される内部構造の相違と孔隙水の移動のしやすさであると考えられる。

謝辞 本研究の実験に協力して頂いた千葉工業大学の卒論生 北出昭範君に謝意を表します。

(1988年10月24日受理)

参 考 文 献

- 1) 小林一輔, 西内達雄: 打設条件に起因するコンクリートの異方性が酸素の拡散性状に及ぼす影響, 生産研究, 40巻, 11号, 1988. 11
- 2) 小林一輔, 出頭圭三: コンクリートの打設方向がアルカリ骨材反応による膨張性状に及ぼす影響, 生産研究, 39巻, 9号, 1987. 9