

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

Effect of Anisotropic Structure Caused by Casting Condition on Oxygen Diffusivity 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わく内に充填すると、コンクリートを構成している素材の一時的な分離が生じる。すなわち、比重の大きい骨材などの粒子が沈降し、比重の最も小さい水は逆に上昇する。このために、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つくる場合には、長手方向の軸を水平にしてつくる場合（すなわち梁：本実験では横打ち供試体）と鉛直にしてつくる場合（すなわち、柱：本実験では縦打ち供試体）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、同一の寸法・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・拡散の状態も両者で異なるものと考えられる。本報告は酸素の拡散について、このような差を定量的に調べようとしたものである。このようにして、酸素の拡散性状を調べることは、鉄筋の腐食速度を評価する上で重要であるのみでなく、コンクリート中における物質移動を支配する要因である毛管空隙の連続性に関する手がかりを与えるものである。

2. 実 験 方 法

2.1 使用材料とコンクリートの配合

セメントは $R_2O=0.57\%$ の普通ポルトランドセメント、粗骨材は碎石（硬質砂岩、最大寸法20mm）、細骨材は川砂（砂岩、FM:3.07）を使用した。コンクリートの配合は $W/C=50\%$ 、 $s/a=46\%$ とし、スランプが10cmとなるように、単位水量を定めた。

2.2 供試体の製作と養生

供試体は $10\times 10\times 40\text{cm}$ の直方体で、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、各層は棒状バイブレーターによって締め固めた。供試体は脱型後 20°C 、100%RHの環境下において所定の材令まで養生した。

2.3 酸素拡散係数の測定

所定の材令に達した供試体から、 $10\times 10\times 2.5\text{cm}$ のコンクリート片を切り出し、酸素拡散係数測定用の試料とした。これらの試料の採取箇所を図-1に示す。酸素拡散係数は拡散セルを用いる当研究室で開発した装置¹⁾²⁾によって測定した。

3. 実験結果および考察

図-2から図-4はコンクリートの打設条件と試料の採取位置が酸素拡散係数に及ぼす影響を示したものである。図-2は材令1カ月の酸素拡散係数の値を、各試料採取位置別にプロットしたものである。この図から、縦打ち供試体では、上層部は材料分離の影響を受けて、それ以下の層に比べて長手方向（DL）、これと直行する面の方向（DT）のいずれの方向に対しても酸素拡散係数は著しく大きい値をとり、多孔質な組織になっていることがわかる。また、横打ち供試体における長手方向（DL）の値は、一つが試料の欠陥によると考えられる異常に大きい値を除くと縦打ち供試体の最下層部における打設方向（DL）とほぼ同じ程度の小さい値を示しているのに対して、横打ち供試体における打設方向（DT）の値には相当のバラツキがみられ、平均値によって比較しても、縦打ち供試体における最上層部の値とほぼ同等の大きい値を示している。横打ち供試体における酸素の拡散性状に関する異方性の以上のような傾向は、まず長手方向（DL）は打設方向に関して直角の方向であるために材料分離の影響を受けにくいのに対して、打設方向（DT）は材料分離により連続的な毛管空隙を生じやすい方向であるため、酸素拡散係数の値が大きくなると同時にバラツキも大き

*東京大学生産技術研究所 第5部

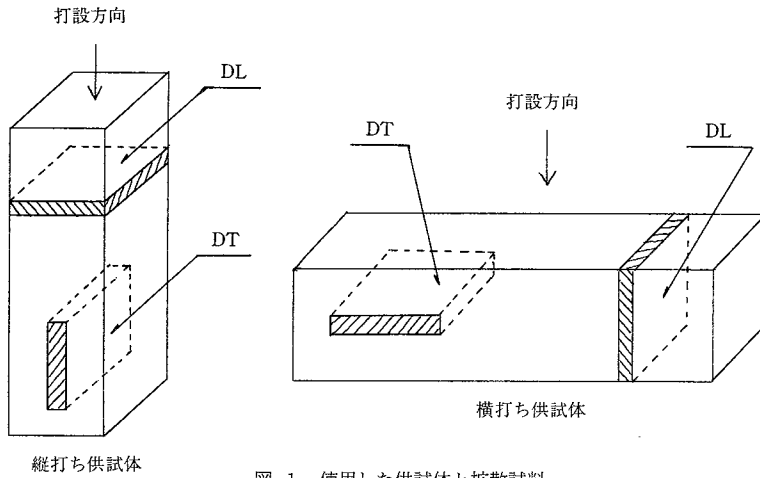


図-1 使用した供試体と拡散試料

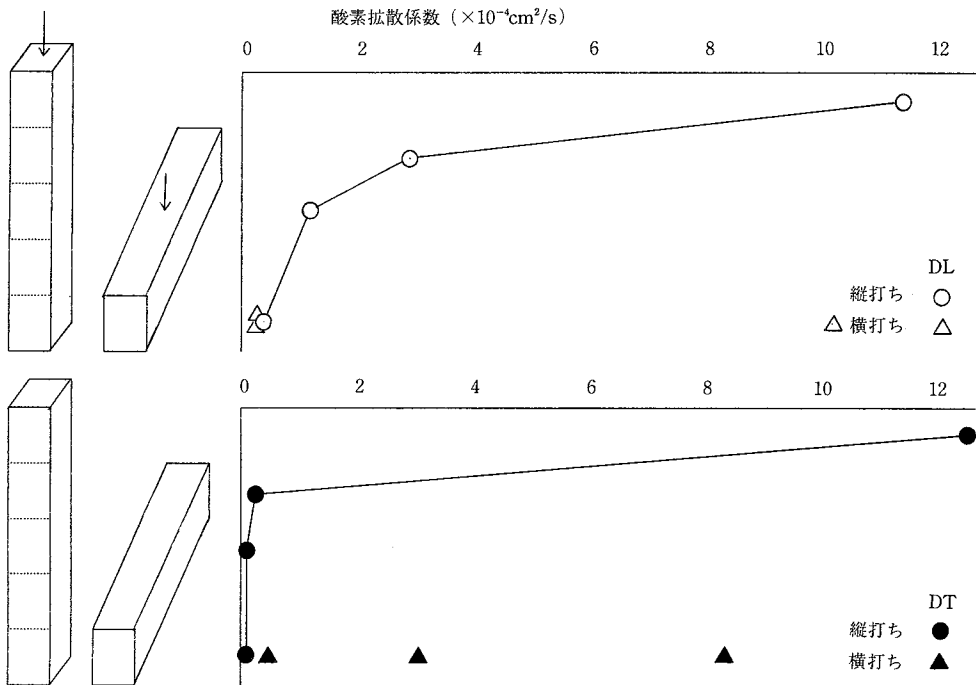


図-2 試料採取位置と拡散係数の関係(材令1カ月)

くなったものと考えられる。図-3は、縦打ち供試体の各部分における酸素の拡散係数の経時変化を2種の試料について示したものである。これを見ると、最上層部では材令の経過に伴い酸素拡散係数の値は小さくなっている。しかし、それより下部では、すでに材令1カ月の時点における値が小さいことにも起因すると考えられるが、材令の経過に伴う上記のような傾向は認められない。同様

にして図-4は、横打ち供試体の場合について示したものであるが、材令1カ月の時点から酸素拡散係数の値が全般的に小さかった長手方向(DL)の値は材令の経過に伴う顕著な変化は認められないのに対して、材令1カ月の段階で相当に大きい値を示した打設方向(DT)の値は材令とともに酸素拡散係数の値は著しく減少しており、材令6カ月では縦打ち供試体の最下層部ならびに横打ち供

↓	DL試料			DT試料		
	1ヵ月	3ヵ月	6ヵ月	1ヵ月	3ヵ月	6ヵ月
	11.24	5.36	5.02	12.38	2.44	0.21
	2.85			0.18		
	1.11	0.58	1.49	0.10	0.86	0.11
	0.37	1.02	0.18	0.10	0.15	0.20

($\times 10^{-4} \text{cm}^2/\text{s}$)

図-3 試料採取位置と拡散係数の関係 (縦打ち供試体)

試体の長手方向 (DL) の値とほぼ同等の値になっている。

4. む す び

コンクリートの打設条件が酸素の拡散係数に影響を及ぼす要因は、打設方向と一層に打設する高さであり、一層の高さが40cmの場合、上表面から約4cmの個所の打設方向の酸素拡散係数の値は、材令6ヵ月を経過しても底部の値より一桁大きい値を示すことが確かめられた。

↓	DL試料			DT試料		
	1ヵ月	3ヵ月	6ヵ月	1ヵ月	3ヵ月	6ヵ月
	10.60	0.27	0.26	0.50	8.25	3.13
	0.17	0.14	0.20	4.51	5.31	0.63
	0.15	0.19	0.16	0.26	0.41	0.19

($\times 10^{-4} \text{cm}^2/\text{s}$)

図-4 試料採取位置と拡散係数の関係 (横打ち供試体)

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

(1988年8月29日受理)

参 考 文 献

- 1) 小林一輔・出頭圭三：各種セメント系材料の酸素の拡散性状に関する研究，コンクリート工学（論文）No. 86, 12-1, 1986
- 2) セメント系材料の酸素の拡散係数測定装置：生研リーフレット，No. 144, 1986. 6

