

3-32

打設後の分離がコンクリートの内部構造におよぼす影響

—構造異方性の把握—

芝浦工業大学

十代田 知三

1. 研究の目的と範囲

コンクリートは、時効硬化性をもつセメントペーストを結合材とした複合材料であることから、打設後まだ固まらないうちの分離現象により、硬化後の内部構造に変化が生じる。この変化はコンクリートの複合機構や密実性をそこない、その力学的性質や耐久性にとって重大な欠陥となりやすい。とくに粗骨材下面の欠陥については、水平鉄筋下面における付着性の低下や部材高さ方向の非均質性などとともに、分離現象の弊害として古くから指摘されており、また最近の破壊機構解明を中心とした内部構造に関するいくつかの研究においても、載荷以前から潜在するポンドクラックの典型として注目されている。このような分離に起因する構造欠陥がコンクリート個有の本質的なものであるにもかかわらず、これに関する体系的な研究はほとんどなく、とくにまだ固まらないコンクリートの性状と関連づけて追究したものはみられない。

本研究は、打設後の分離に起因する硬化コンクリートの内部構造の変化を巨視的に把握することを目的とする。本研究の範囲において、内部構造とはmacrostructureを指し、主として粗骨材とモルタルマトリックスの付着境界を対象とする。分離現象としては、内部構造に最も影響が大きいと考えられるブリージングを主にとりあげた。

2. 研究の方法と結果

極度に非均質なコンクリートの内部構造を巨視的に把握する手段として、ここでは変化の原因であるブリージング性状とその結果として敏感に表われる引張性状との二面から観察した。

(1) ブリージング性状からの把握

コンクリートの表面におけるブリージング水の総量は、そのモルタル分の場合のブリージング水量より減少するという結果から、粗骨材がモルタル分のブリージングを妨げてその下面に欠陥を生ずることが察知された。

(2) 線載荷圧裂試験による把握

図-1に示すような試験により、打設方向の引張強度 t_s はそれに直角方向の引張強度 t_R より低下する傾向が明かとなった(図-2, 3)。また打設方向の引張強度は下部 t_B より上部 t_T が低下した。圧裂試験後の破断面における粗骨材の抜け出し

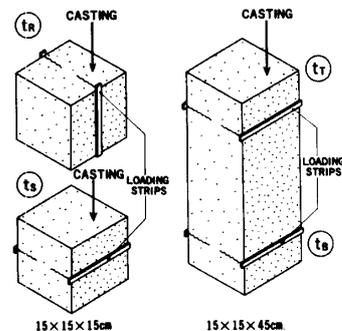


図-1

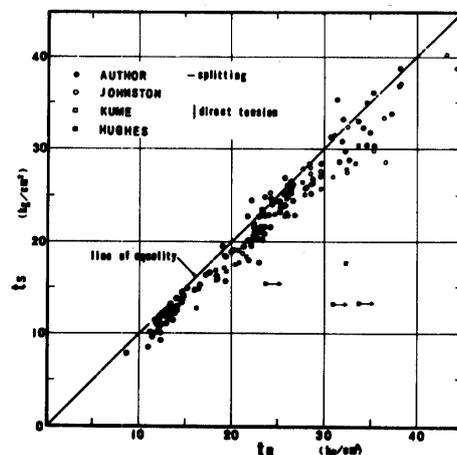


図-2

跡の面積測定結果から、 t_s 供試体では約 7 : 3 の比率で下部における抜け出し面積が常に多く粗骨材下面の欠陥の存在が確かめられた。

この引張異方性は、粗骨材量が多いほど、粗骨材粒径が大きいほど、顕著となった(図-4)。

(3) 点載荷圧裂試験による把握

図-5 に示すような試験により、コンクリート中の弱面の存在を調べた結果、引張破断面は打設方向にほぼ直交して存在する傾向を示した。この傾向は 90×90×10 cm 壁状試験体においてもみられ、内在するブリージング水が多いほど、粗骨材量が多いほど、位置が上部になるほど、明らかであった。

3. モルタルの内部構造の把握

モルタルでは t_s が t_R を上廻るといふコンクリートと逆の傾向が得られ(図-4)、またモルタルに近い調合のコンクリートにも同様の傾向が強い(図-3)。モルタルのブリージング性状と点載荷試験による破断状況との関係を下表に示す。

モルタル	圧裂状況	水平破断	垂直破断
normal bleeding を示す調合		27 個	7 個
channeled " "	" "	6 個	19 個

これは channeled bleeding が発生すると硬化後も打設方向にそった channel が残存して欠陥となり、砂粒子下面の欠陥よりも支配的となるため、垂直に破断したと考えられる。

4. 結論

以上、諸性状および相互の関連性の把握により、コンクリートの巨視的な構造異方性を次のように察知することができた。①粗骨材下面の欠陥群が打設方向に対し直交する弱層を形成している。②この弱層は上部ほど顕著になる。③粗骨材下面の欠陥の程度は、粗骨材の量が多いほど、粒径が大きいほど、大きくなる。④コンクリート中では、ある程度ブリージングが大きいセメントペーストを含む場合、粗骨材下面の欠陥が支配的であるが、channeled bleeding によって打設方向にそって生じる欠陥も無視できない。ある程度ブリージングの大きいモルタルの場合、砂粒子下面の欠陥よりも channeling による欠陥の方が支配的となる。以上のような構造の変化が引張強度に与える影響を概念的に図-4のように表わし得る。なお、本研究の主な手段として用いた引張強度、とくに打設方向の引張強度は、分離がもたらす構造変化に敏感であり、複合機構の評価指標としてすぐれている。

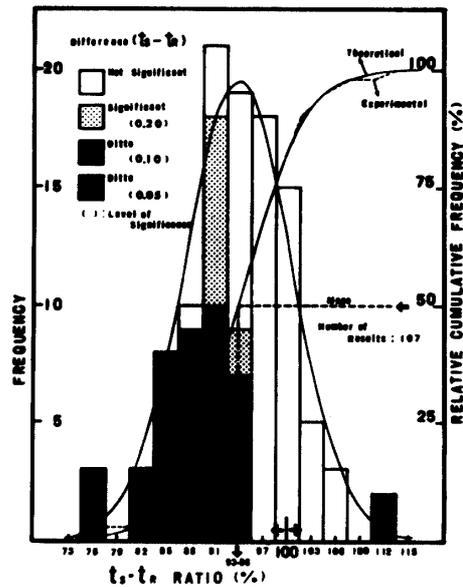


図-3

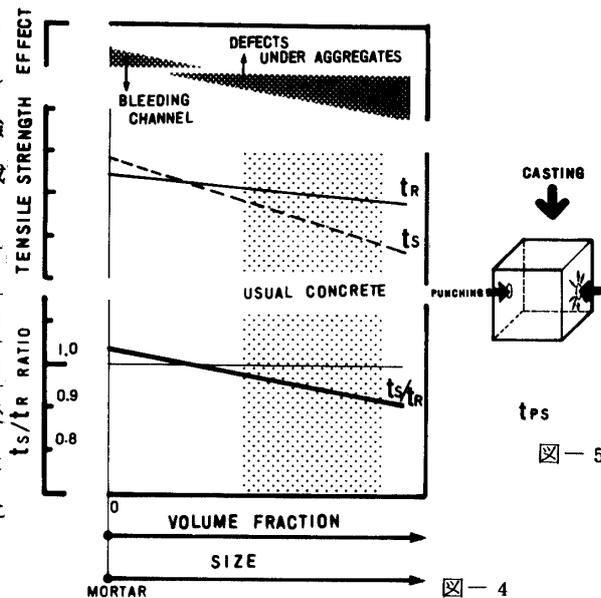


図-4

図-5