

# 水噴流摩耗試験におけるコンクリート試験体の摩耗過程

## Erosion Process of Concrete in Water Jet Erosion Test

○渡嘉敷勝\* 森 充広\* 中矢哲郎\* 森 丈久\*

TOKASHIKI Masaru, MORI Mitsuhiro, NAKAYA Tetsuo, MORI Takehisa

**1. はじめに** 農業用水路等の水利構造物におけるコンクリートでは、流水によってセメントペースト分が先行して摩耗流出し、骨材が露出した状況が多く見られる。著者らはこのような摩耗状況を促進して模擬する水噴流摩耗試験を提案し、セメント系材料の摩耗機構に関する研究を進めている<sup>1),2)</sup>。ここでは、コンクリート試験体を用いて水噴流摩耗試験を実施し、コンクリートの摩耗過程について検討した結果について報告する。

**2. 試験方法** 水噴流摩耗試験機 (Fig. 1) は、回転ドラム内に取り付けられた試験体に水噴流 (吐出圧力 15 MPa, 吐出流量 0.022 m<sup>3</sup>/min) を衝突させることにより、摩耗を促進させる装置である。

試験体は、普通ポルトランドセメントを用いて、Table 1 の配合により、水セメント比 3 種 (40%, 50%, 60%) のコンクリートを型枠 (内寸法 296×142×60 mm) に打設して作製した。試験体は、各水セメント比について 2 体とし、材齢 28 日で試験を開始した。

計測は、試験体の摩耗深さを対象に試験開始前、1, 2, 3, 5, 10, 30, 50, 100, 200 時間後に実施した。各計測時において、レーザー変位計(KEYENCE LK-500)を用いて試験体の摩耗深さを測定し、試験体中央部 50 mm×50 mm の領域における摩耗深さの平均値を平均摩耗深さとした。また、単位時間当たりの平均摩耗深さの変化を摩耗速度とした。

**3. 試験結果** 各試験時間経過後における摩耗状況について水セメント比 40%の試験体を例として Photo 1 に示す。試験開始前においては、表面に骨材は見られないが、試験の経過とともに先に細骨材、次いで粗骨材が表面に露出する過程が確認された。これは、試験体への水噴流の衝突によって、セメントペーストが脱離し、骨材が露出する過程であると考えられた。また、0~30 時間までは表面状態に変化が見られるのに対し、50 時間以降は試験時間が長くなるにもかかわらず、大きな変化は見られなかった。これは、摩耗表面がほぼ露出した骨材で占められたために、セメントペーストへの水噴流の衝突が妨げられ、摩耗が進行しなかった結果であると考えられた。

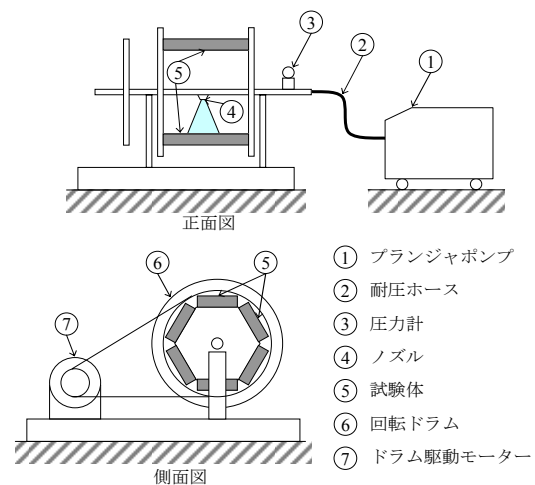


Fig. 1 水噴流摩耗試験機  
Water jet erosion tester

Table 1 コンクリートの示方配合  
Specified mix proportion of concrete

粗骨材の最大寸法 (mm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 A
20	40	43.0	155	387	746	1050	968
20	50	43.0	170	340	746	1050	850
20	60	43.0	182	303	746	1050	757

\*農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

キーワード：水噴流摩耗試験，コンクリート，摩耗過程

試験時間と平均摩耗深さとの関係を Fig. 2 に示す。この図より、いずれの水セメント比においても、試験開始から 10 時間程度までは急激に摩耗深さが増加するが、10 時間を超えると摩耗深さの増加が逡減することが確認された。この結果は、セメントペーストのみを用いた試験において、試験時間と摩耗深さとの間に線形関係が見出される結果<sup>2)</sup>とは異なっている。これは、先述したようにコンクリート試験体においては、骨材露出が摩耗進行を抑制することが原因と考えられた。一方、水セメント比の相違による摩耗深さの進行には明確な差異が認められなかった。この原因としては、a)水セメント比が摩耗進行へ及ぼす影響よりも試験体内部における骨材の形状および配置が摩耗進行へ及ぼす影響が大きかったこと、b)試験体打設時のブリーディングの影響で摩耗試験面の耐摩耗性が変化したこと、などが考えられた。

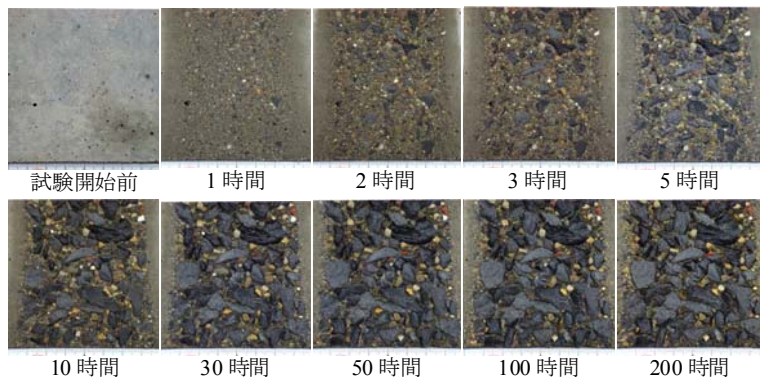


Photo 1 試験体 W/C40-1 の摩耗状況の経時変化  
State of erosion on specimen W/C40-1 at measurement time

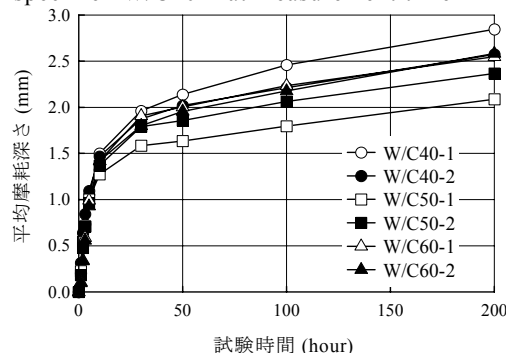


Fig. 2 平均摩耗深さの経時変化  
Relation between erosion time and depth

平均摩耗深さと摩耗速度との関係 (Fig. 3) では、平均摩耗深さが 0.5 mm 前後に摩耗速度のピーク (0.22~0.33 mm/h) があり、それ以深では低減し、2 mm 以深では摩耗速度が 0.003~0.004 mm/h とピーク時の約 1.1~1.9% で推移することが示された。なお、平均摩耗深さ 0.5 mm 以浅における摩耗速度が小さな理由としては、初期表面の平滑性により、水噴流の衝突エネルギーが散逸するためであると考えられた。

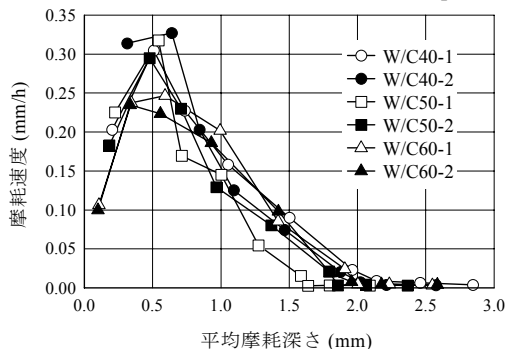


Fig. 3 平均摩耗深さと摩耗速度との関係  
Relation between erosion depth and rate

上記の結果より、コンクリート試験体の摩耗過程は、セメントペーストの脱離が先行し、細骨材、粗骨材の順で骨材が露出し、試験表面における骨材露出領域の拡大がセメントペーストの脱離を抑制し、その結果、摩耗進行が逡減する過程であると考えられた。また、このような過程を辿る原因は、水噴流の衝突に対してセメントペーストの凝集力およびセメントペーストと骨材との付着力が骨材の凝集力に比べて弱いためであると推定された。

**4. 今後の課題** コンクリート試験体の摩耗過程では、骨材の露出以降は摩耗進行が逡減しており、一般的な劣化が劣化期以降において加速度的に進行する様相とは明らかに異なっている。今後は、実水路における摩耗過程が本試験の傾向と相違しているのかについて検討する。

参考文献：1)渡嘉敷ほか(2006)：水流摩耗試験機を用いたモルタルおよびペーストの摩耗試験，コンクリート工学年次論文集，Vol.28，No.1，pp.695-700 2)渡嘉敷ほか(2008)：水流摩耗試験における吐出圧力および回転速度が摩耗性状に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.30，No.1，pp.705-710