

コンクリート構造物の耐摩耗性に関する基礎的研究

九州産業大学工学部 学生会員 ○武田 康介
九州産業大学工学部 正会員 豊福 俊泰
九州産業大学工学部 正会員 亀井 頼隆

1. まえがき

コンクリート構造物のうち、コンクリート舗装版やダムの水叩きなどのように、著しい外力が表面に作用するものは、摩耗が生じる。このため、摩耗現象を解明して対策を講じるべく各種の研究を進めてきており、摩耗に及ぼす要因を報告した¹⁾。本研究は、この継続であり、コンクリートの品質、外力(衝撃力)の大きさおよび速度の相違が、摩耗に及ぼす影響を検討した。

2. 試験方法

摩耗試験は、図-1の装置により、外力として鋼球を落下する方法によって行った。試験計画は、表-1に示すように、供試体の種類ごとに、外力として鋼球の種類、鋼球の質量(接地圧)、衝突速度および衝突角度を組み合わせそれぞれ変えた。衝突速度は、図-1に示したように、落下高さによって変える方法とした。供試体は、寸法が15cmの立方体とし、普通コンクリート6種類の生コンクリートを使用して製作し、養生方法を水中養生および空气中養生とした。

試験は、水中養生供試体は湿潤状態、空气中養生供試体は乾燥状態でそれぞれ行い、鋼球の落下回数は800回までとした。摩耗量は、体積、深さを測定したが、最大摩耗深さ(mm)で表すこととした。接地圧は、鋼球質量(g)/最大断面積(cm^2)で求めた。

3. 試験結果と考察

(1) 供試体の種類と摩耗量との関係

図-2は、供試体の圧縮強度と最大摩耗深さとの関係を示したものである。摩耗は、供試体表面のモルタル厚さに相当する最大摩耗深さ2mm程度までは、ほぼ直線的に進行している。深さ 5 ± 3 mm程度では、勾配が次第にゆるやかになる変曲点となっており、摩耗量の差が生じる。さらに、これを超えると再び直線的に摩耗し、供試体の種類による摩耗量の差が大きくなっている。摩耗量は、コンクリートの圧縮強度と相関性があることが確認されているが、同様の傾向が認められる。

図-3は、供試体の養生条件と摩耗量との関係であるが、水中養生の供試体は空气中養生の供試体に比べ圧縮強度が高いが摩耗量も大きい。

(2) 外力の大きさと摩耗量との関係

摩耗量と鋼球の接地圧、質量、衝突速度との関係を求めた結果から、それぞれ図-4、図-5、図-6を代

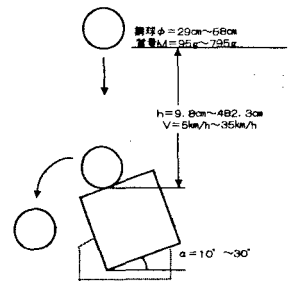


図-1 摩耗試験装置

表-1 供試体と外力の種類

供試体の種類	養生条件	外力(鋼球)					衝突角度α(°)
		鋼球名	質量M(g)	直径φ(mm)	接地圧p(N/cm²)	落下速度V(km/h)	
普通15	水中養生		100	95	29	3.6	5(9.8cm)
普通20			300	321	43	5.5	10(39.4cm)
普通30			500	508	50	6.5	15(86.6cm)
普通45			800	795	58	7.5	20(157.5cm)
普通60	空气中養生	アルミ	180	50	2.3	25(246.0cm)	30
普通65		中空	327	50	4.2	35(482.3cm)	

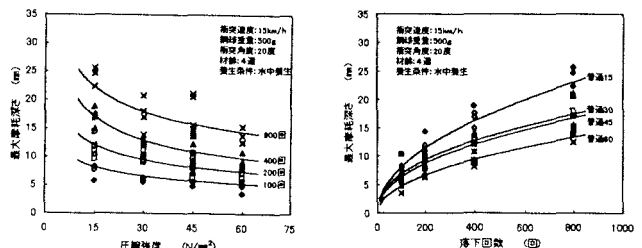


図-2 圧縮強度と摩耗量との関係

表例として示す。供試体に与える外力が大きいくほど、すなわち鋼球の接地圧および質量が大きく衝突速度が速いほど、打撃による衝撃力が大きく、摩耗量が大きくなっている。また、接地圧は同一でも、同一径で密度を変えた場合(アルミ、中空)の方が、異径の場合よりも、摩耗量が小さくなっている。特に、速度の変化にほぼ比例して摩耗量が増加しており、しかも、落下回数増加に伴い速度の影響が増加する傾向が認められるが、この傾向はタイヤチェーンの場合と同様である。

(3)各種要因と摩耗量との関係

これらの各種要因と摩耗量との関係を、重回帰分析によって解析した。解析方法は、変数増減法($F_{IN}=F_{OUT}=2.0$)とした。変数とした項目は、供試体の品質として強度 f'_c (N/mm²)、養生条件 Y (1: 空気中養生, 2: 水中養生), 外力である鋼球の落下回数 N (回), 衝突速度 V (km/h), 鋼球重量 M (g), 接地圧 S (g/mm²), 衝突角度 A (°) の 7

項目であり、目的変数である最大摩耗深さ Ad(mm)との関係を求めた。

解析結果は、図-7および(1)式に示すとおりであり、累乗関数で表される。下段の () 内はT値を示す。

$$Ad = 10^{-0.0859} \times N^{0.4997} \times V^{1.0676} \times f'_c^{-0.4112} \times Y^{0.5656} \times M^{0.2890} \times S^{0.3713} \quad (1)$$

(116.7) (88.5) (-43.8) (26.1) (19.6) (12.2)

(データ数 n=2469, 重相関係数 R=0.9468)

これから、最大摩耗深さ Ad との高度の相関が求められており、影響が最も大きいのは、落下回数 N であり、次に衝突速度 V、コンクリートの圧縮強度 f'_c 、養生条件 Y、鋼球重量 M、接地圧 S の順になっており、衝突角度 A との相関は小さいため、変数となっていない。

4. まとめ

コンクリートの摩耗の各種要因と摩耗量との関係は、重回帰分析によって累乗関数 (1)式が求められた。摩耗量に影響が強い要因の順番は、落下回数、衝突速度、コンクリートの圧縮強度、養生条件、鋼球重量、接地圧である。

参考文献

- 1) 豊福俊泰, 佐藤武夫: コンクリート構造物の耐摩耗性に関する基礎的研究, 平成8年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.850~851, 1997年3月

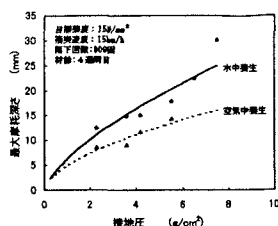


図-3 養生条件と摩耗量との関係

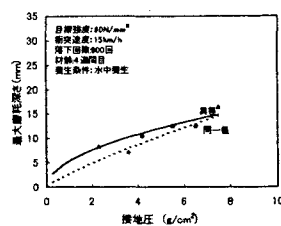


図-4 接地圧と摩耗量との関係

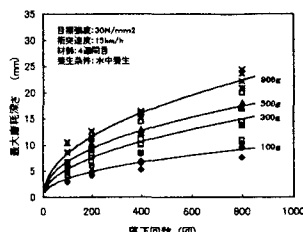
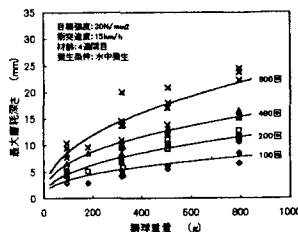


図-5 鋼球質量と摩耗量との関係

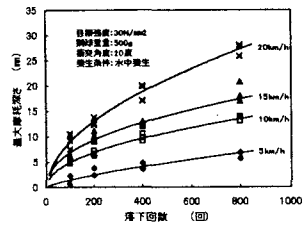
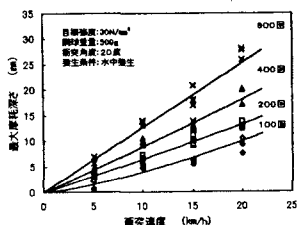


図-6 衝突速度と摩耗量との関係

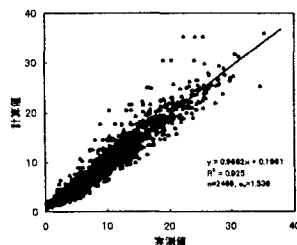


図-7 (1)式の実測値と計算値