

V-162

高強度コンクリートの耐摩耗特性に関する一考察

(その2. 衝撃すりへり試験)

東京電力(株) 信濃川水産 正領 豊島憲明、岡田博明、武井芳一
 日本コンクリート工業 (株) 正領 ○松尾久幸、丸山武彦、下村恭巳

1. まえがき

小規模ダムの補修用に高強度コンクリートを適用する場合について、前編では、掃流試験の結果を報告した。本編は、同時に実施した衝撃すりへり試験(以下、衝撃試験と呼ぶ)の結果から、高強度コンクリートの耐衝撃摩耗特性を検討し、また、掃流試験との特性比較を行なったものである。

2. 衝撃試験の概要

① 衝撃試験に用いた装置は、奥田提案による衝撃すりへり試験機と同等の装置で、図1に示す試験機を用いた。摩耗方法は6個の供試体をドラム回転保持枠に六角形に取付け、内部にシルベップ(20φ-40mm 21個 約2kg)を投入後、注水しながらドラムを90rpm/分で回転させ、シルベップの転がりによる衝撃力を供試体に与えながら、すりへり摩耗させる方法である。供試体寸法は15×30×6cm(摩耗面積420cm²)で外周部と底部を厚さ1.0mmの鋼製型枠で補強した。試験は2配合づつ、各配合それぞれ3個の供試体を材令28日に行った。試験開始後、1、3および5時間ごとに供試体の重量差を計り、摩耗量とした。また、摩耗重量から計算により平均摩耗深さを求めた。

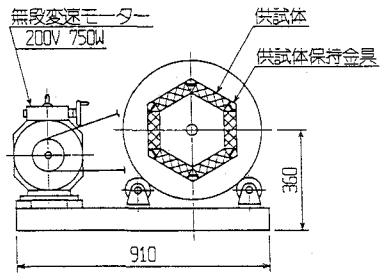


図1 衝撃すりへり試験機

② 実験に使用したコンクリートの材料、配合および種類は、前編(その1)で使用したものと同一である。

3. 試験結果と考察

衝撃試験の結果を表1に示す。① コンクリート種別NおよびAに関する摩耗時間と摩耗量の関係を図2に示す。衝撃試験から得られた摩耗形態は、中低強度と高強度で若干異なる形態となった。すなわち、800 kgf/cm²以下の中低強度では、比較的摩耗量の多い初期摩耗とそれ以降の定常摩耗とを区別できるが、1000kgf/cm²以上の高強度では初期摩耗の確認ができず、定常摩耗との区分はできなかつた。② 定常摩耗はコンクリートの強度にかかわらず、摩耗時間と摩耗量はほぼ比例する。この傾向は図3の摩耗時間の増分と摩耗増加量の関係をもても明らかで、たとえば、A1400の2時間ごとの摩耗増加量は一定で、かつ、摩耗量の増分はN270に対し約30%、N700に対しては約50%となつて、高強度になるほど小さくなった。③ 繊維補強コンクリート(NF, AF)についても同様な摩耗形態が得られた。④ 鋼繊維の補

表1 衝撃試験結果

配合	圧縮強度 kgf/cm ²	引張強度 kgf/cm ²	衝撃試験結果									
			摩耗量 (g)		摩耗量の変化(g)			摩耗深さ (cm)				
			1H	3H	5H	0H	1H	3H	5H	1H	3H	5H
① N 270	303	29.0	262	552	827	262	290	275	0.26	0.55	0.82	
② N 500	529	36.8	118	307	477	118	189	170	0.12	0.30	0.47	
③ NF 500	541	47.5	141	351	535	141	210	184	0.14	0.35	0.53	
④ N 700	741	52.7	96	279	439	96	183	160	0.10	0.28	0.44	
⑤ A 700	786	62.5	123	297	446	123	174	149	0.12	0.29	0.44	
⑥ NF 700	730	56.2	85	255	410	85	170	155	0.08	0.25	0.40	
⑦ I 800	870	61.7	98	267	411	98	169	144	0.10	0.26	0.40	
⑧ N 1000	1137	65.5	47	150	257	47	103	107	0.05	0.15	0.25	
⑨ NF 1000	1055	67.6	72	208	328	72	136	120	0.07	0.20	0.32	
⑩ A 1400	1405	70.3	31	114	192	31	83	78	0.03	0.11	0.19	
⑪ AF 1500	1526	73.7	38	123	208	38	85	85	0.04	0.12	0.20	
⑫ A 1700	1734	70.4	24	88	158	24	64	70	0.02	0.09	0.15	
⑬ 天然石	1678	293	12	83	151	12	71	68	0.01	0.07	0.14	

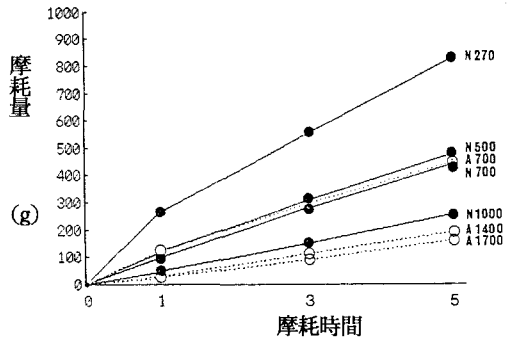


図2 摩耗時間と摩耗量の関係

強効果は、無混入コンクリートと比較して顕著ではなく、むしろ鋼繊維を混入することで摩耗量には増える傾向が見られた。しかし、差の検定では有意差がなく、既往文献⁽¹⁾にも同様の報告がみられることから、さらに検討する必要があると思われる。また、養生条件の違いと膨脹混和材による摩耗量への影響についても有意差はみられなかった。⑤ 図4に示す衝撃5時間における圧縮強度と摩耗深さの関係から、5時間の衝撃試験による摩耗量の範囲は0.14~0.82cmで、高強度になるほど耐衝撃摩耗性能は向上して摩耗量も少なくなり、1700 kgf/cm²の高強度コンクリートは同程度の圧縮強度をもつ天然石の摩耗量と等しくなった。しかし、これらの結果の中には、掃流試験で得られた結果と異なる傾向を示す箇所もあり、両試験方法には摩耗特性に異なった因子の作用があるものと考えられ、これについては現在検討中である。

4. 掃流試験結果との比較

掃流5時間と衝撃5時間の圧縮強度と摩耗深さの関係を図5に示す。① 掃流試験の摩耗深さの範囲は衝撃試験に比べ約半分となったが、1700 kgf/cm²の高強度コンクリートの摩耗深さは、両試験ともほぼ等しく、0.15cmであった。② 天然石を除く全供試体の圧縮強度と摩耗深さの関係を下記に示す。

掃流試験 $Y = 9.91 X^{-0.56}$ ($r=0.82$)

衝撃試験 $Y = 200.1 X^{-0.94}$ ($r=0.92$)

Y:摩耗深さ(cm) X:圧縮強度 r:相関係数

両試験には、相関係数に差がみられ、衝撃試験では圧縮強度と摩耗量に強い相関がみられる。

③ A1700の摩耗深さは同程度の圧縮強度をもつ天然石と比較し、掃流試験では2倍以上大きくなったが、衝撃試験ではほぼ等しい値となった。④ 繊維補強の効果について、両試験で若干の相違点がみられた。

5. まとめ

① 衝撃試験の摩耗形態は初期摩耗と定常摩耗に分けられるが、1000 kgf/cm²以上の高強度では区分が不十分である。② 定常摩耗量は摩耗時間にほぼ比例する。③ 衝撃試験では圧縮強度と摩耗量の関係に強い相関性がある。④ 高強度コンクリートは掃流および衝撃の摩耗に対し、耐摩耗性能に優れる。⑤ 試験方法の違いで摩耗特性が若干異なる。本研究は徳島大・河野清教授、岐阜大・小柳治教授ならびに(株)四国総合研究所に、ご指導とご協力をいただきました。紙面をもちまして謝意を表します。

6. 参考文献

(1) 杉田他「小水力ダムコンクリートの耐摩耗性評価に関する一考察」 1986 コンクリート工学論文報告集
 (2) 小柳他「コンクリートの耐衝撃摩耗特性に及ぼす各種要因の影響」 1988 コンクリート工学論文報告集
 (3) 小柳他「コンクリートの衝撃摩耗におよぼす乾湿条件および衝撃角度について」 1989 コンクリート工学論文報告集
 (4) 豊福俊英「炭素繊維補強コンクリートの衝撃・掃流作用に対する摩耗特性」 1990 コンクリート工学論文報告集

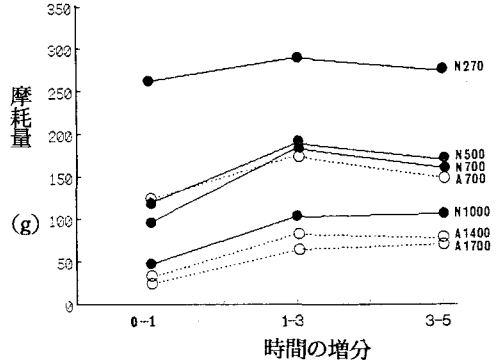


図3 摩耗時間の増分と摩耗量の関係

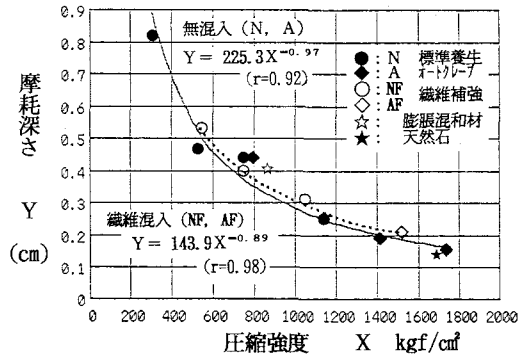


図4 圧縮強度と摩耗深さの関係

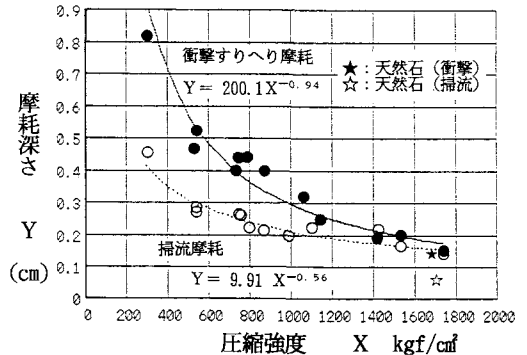


図5 圧縮強度と摩耗深さの関係