

論文 床コンクリートの表面強度に及ぼす仕上げ方法の影響

三上貴正^{*1}・常深安朗^{*2}・坂井映二^{*3}

要旨:床コンクリートの仕上げ方法がコンクリートの表面強度に及ぼす影響について、耐摩耗性および耐傷性の観点から考察を行った。3種の調合に対し、仕上げ時間、こて仕様の異なる、延べ4種の仕上げ方法による床コンクリート試料の表面強度を測定した結果、同一の調合でも仕上げ方法が異なると表面強度が異なる場合のあることを示した。さらに仕上げ時のコンクリートの表面水量および凝結度と表面強度との関係を検討した結果、表面強度が最大となる仕上げ時期が存在し得ること、またその時期を表面水量あるいは凝結度によって判定できる可能性のあることを示した。

キーワード:床コンクリート、仕上げ方法、表面強度、耐摩耗性、耐傷性、表面水量

1. 序論

床コンクリートの施工においては、施工時期などの施工方法の仕様と硬化後のコンクリートの表面性状との関係は工学的に十分解明されておらず、施工の実際は現場の技術者の経験に委ねられている部分も多い。筆者らは、これまでに施工方法の仕様と硬化後の床コンクリートの表面精度、すなわち表面形状との関係についていくつかの報告を行っている^{1), 2)}。本研究では、床コンクリート表面の強度性状に着目し、仕上げ方法の仕様と硬化後の床コンクリートの耐摩耗性および耐傷性との関係を考察したものである。さらに床コンクリートの仕上げ時期の判定方法を検討するための基礎的段階として、仕上げ作業時の表面水量および凝結度と硬化後の強度性状との関係に関しても考察を加えた。

2. 実験概要

2. 1 供試体の作製

供試コンクリートの調合として表

－1に示す3種を設定した。供試体の寸法・形状は400×100×100mmの直方体とし、打設・仕上げ・養生はすべて恒温恒湿実験室(20±1°C, 60±10%)内で行った。供試コンクリートの仕上げ条件を表－2に示す。仕上げに際しては、仕上げ作業の安定性・再現性を高めるため、こて仕上げ装置^{1), 2)}を使用した。仕上げ時には表－2に示す所定の荷重をこてに載荷した状態で速度20cm/sにて各10回こてをかけた。供試体は材齢2日で脱型し、その後材齢21日での表面強度の測定まで気中養生とした。表面強度測定用の試料は、後述するテーパー試験用に薄板状にする必要があるため、材齢20日の時点でのコンクリートカッターにより供試体の表

表－1 供試コンクリートの調合

調合名	W/C (%)	調合					空気量 (%)	スランプ(cm)	フリーシング率 (%)
		単位量(kg/m ³)							
P	55	227	411	780	890	—	0.9	22.1	3.85
A	55	182	332	764	1013	0.67 ^{*1}	3.5	18.2	1.77
H	40	167	436	627	1144	6.54 ^{*2}	3.7	20.2	0.00

*1: AE減水剤, *2: 高性能AE減水剤

セメント: 普通ポルトランドセメント、細骨材: 5mm以下の陸砂、

粗骨材: 20mm以下の碎石

*1 東京工業大学助教授 大学院情報理工学研究科情報環境学専攻 工博（正会員）

*2 東京工業大学大学院 情報理工学研究科情報環境学専攻

*3 東京工業大学助手 工学部建築学科 修士（工学）（正会員）

表-2 仕上げ条件

仕上 名	打設後の経過時間(h)								対象 調合
	0	1	2	3	4	5	6	7	
I	*	-	20	-	20	-	20	-	P,A
II	*	-	-	39	-	39	-	39	-
III	*	-	-	-	78	-	78	-	H
IV	*	-	-	20	-	39	-	78	-
									P,A,H

表中の数字は仕上げ荷重(N), *:手作業による均しのみ
仕上げは1供試体につき1回

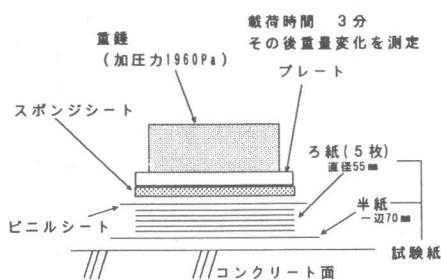


図-1 表面水量測定器具の概要

表-3 摩耗試験条件

回転速度	1回転/s
摩耗輪加圧力	9.8N
使用摩耗輪	H-22
摩耗輪清掃頻度	100回毎

層部を $100 \times 100 \times 12$ mm の薄板状に切り出した。試料は1供試体から2片採取した。

2. 2 仕上げ時の表面水量および凝結度の測定

表-2に示す各仕上げ時において、供試コンクリートの表面性状として、表面水量および凝結度を測定した。

表面水量の測定は図-1に示す今回試作した器具を用いた。この器具は、コンクリート表面に3分間 1960Pa の圧力を押しつけた、図-1の試験紙に表面水を吸収させて表面水量を測定するものである。測定回数は各仕上げ時に1回とした。

仕上げ時のコンクリート表面の凝結度は、プロクター貫入抵抗試験器により測定した。測定は ASTM C403 に準拠し、供試コンクリートから混

練直後にスクリーニングしたモルタル部分に対し、1回の測定対象時期に関してモルタル表面上の3点について測定を行った。

2. 3 表面強度の測定

供試床コンクリートの表面強度として、本研究では、耐摩耗性および耐傷性を測定した。

耐摩耗性は、ASTM C501などに規定されるテーバー摩耗試験機を表-3の条件で稼働させた場合の摩耗量として把握した。測定は、摩耗輪の回転数 500 回転まで行った。

耐傷性は、引抜き試験器³⁾により得られる傷幅として把握した。測定では、引抜き針の標準的な加圧力として提案されている 4.9N と 9.8N の2 水準を選定した。

3. 実験結果および考察

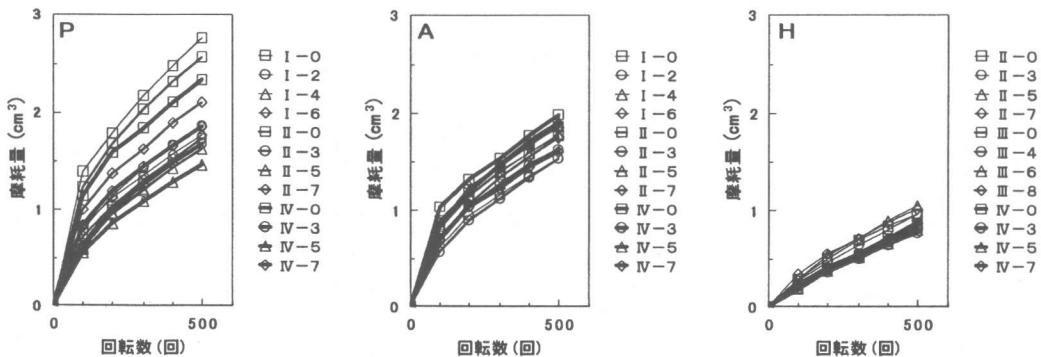
3. 1 表面強度に関する結果および考察

(1) 耐摩耗性に関する結果および考察

3種の調合ごとに、テーバー摩耗試験の結果として、摩耗輪の回転数と摩耗量の関係を図-2に示す。

図から、調合 P では、調合 A, H に比べて、水セメント比と単位水量が大きいことを反映して、摩耗量が総じて大きい傾向にあるが、仕上げ方法の差異による摩耗量の差異も大きい。一方、水セメント比と単位水量の小さい調合 H については、他の2調合と比べて、摩耗量が総じて小さく、また仕上げ方法の差異による影響は明確には見られない。調合 A については、P と H の中間的な傾向を示している。また、調合 P と調合 A では、回転数 100 のあたりで摩耗量の増加の割合が減少している。このことから、今回の条件の範囲では、仕上げによる効果は回転数 200 程度の摩耗によって達する深さ (0.5 mm程度) までであったと推測される。そこで本研究では、仕上げ方法の違いによる影響がより明確な回転数 100までの摩耗量について考察することとした。

回転数 100までの、各調合・各仕上げ条件ご



※凡例は、[仕上名] - [経過時間] である
図-2 回転数と摩耗量の関係

との摩耗量を、打設時から仕上げ時までの経過時間との関係において、図-3に示す。

図から、調合Pについてはいずれの仕上げ条件においても、4~5時間付近に摩耗量の極小値が見られる。このことは、仕上げ時期の違いによって床コンクリート表面の耐摩耗性は異なり、最適な仕上げ時期が存在すること、またその時期は本研究の範囲では仕上げ方法の仕様によらずほぼ一定の時期になることを示している。ただし、わずかではあるが、仕上げ条件に関しては、条件I、IIより、条件IVのほうが総じて摩耗量が小さく、仕上げ条件が適切であれば表面強度はより増大する可能性もうかがえる。また、調合Pの場合、仕上げ時期の相違による摩耗量の相違は最大2倍程度であることが判る。

次に、調合Aについては、仕上げを施さない均しだけの場合の摩耗量（経過時間0時間の摩耗量）のばらつきが比較的大きいこともあり、仕上げ条件と摩耗量との間に明瞭な関係は認めにくいが、総じて仕上げを施したほうが摩耗量は小さくなる傾向にある。

次に、調合Hについては、他の2種の調合と比較して、

摩耗量に大きな変化はなく、仕上げの条件によらず、摩耗量はほぼ一様といえる。この理由としては、調合Hは水セメント比や単位水量が他の2調合に比べて小さいためブリージングが少ないことが考えられる。

(2) 耐傷性に関する結果および考察

引抜き試験の結果として、各調合・各仕上げ条件ごとに、傷幅と経過時間の関係を図-4、図-5に示す。図-4は、引抜き針の加圧力が4.9 N、また図-5は9.8 Nの結果である。

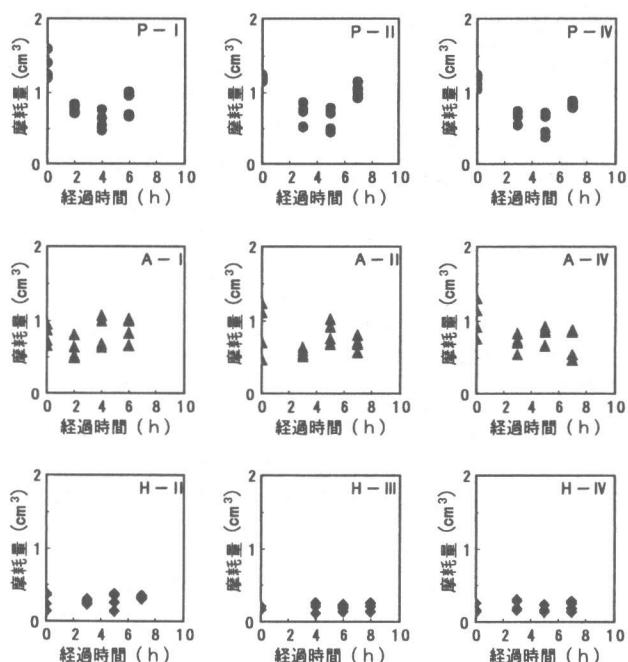


図-3 経過時間と摩耗量の関係

いずれの図からも、調合Pについて、摩耗量の場合と同様に、いずれの仕上げ条件に関しても4~5時間付近で傷幅が極小となることが判る。また、仕上げ条件に関しては、やはり摩耗量と同様、条件I、IIより、条件IVのほうが総じて傷幅は狭い。

調合Aについては、図-4、および図-5のいずれについても、摩耗量の場合とやや傾向が異なり、総じて傷幅は経過時間に関して単調に減少している。

調合Hについては、やはり摩耗量の場合と同様に、仕上げ方法の差異による傷幅の差異はほとんど認められない。

3.2 仕上げ時の表面性状に関する結果および考察

(1) 表面水量に関する結果および考察

表面水量を、経過時間との関係において、図-6に示す。図から、調合Pと調合Aでは表面水量の変化の傾向はほとんど変わらないこと、また調合Hでは打設直後の水量は少ないが、水量の減少の割合は緩やかであることがわかる。

(2) 凝結度に関する結果および考察

図-7に、凝結度の測定結果として、プロクター貫入抵抗値(PR値)を、経過時間との関係において示す。図から、調合H、A、Pの順に凝結が遅いことが判る。

(3) 表面水量と凝結度の関係の考察

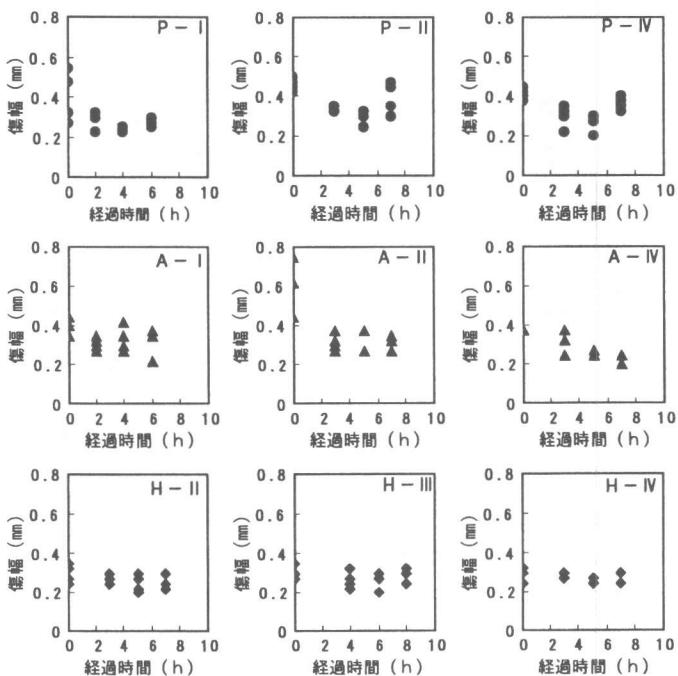


図-4 経過時間と傷幅の関係 (加圧力 4.9 N)

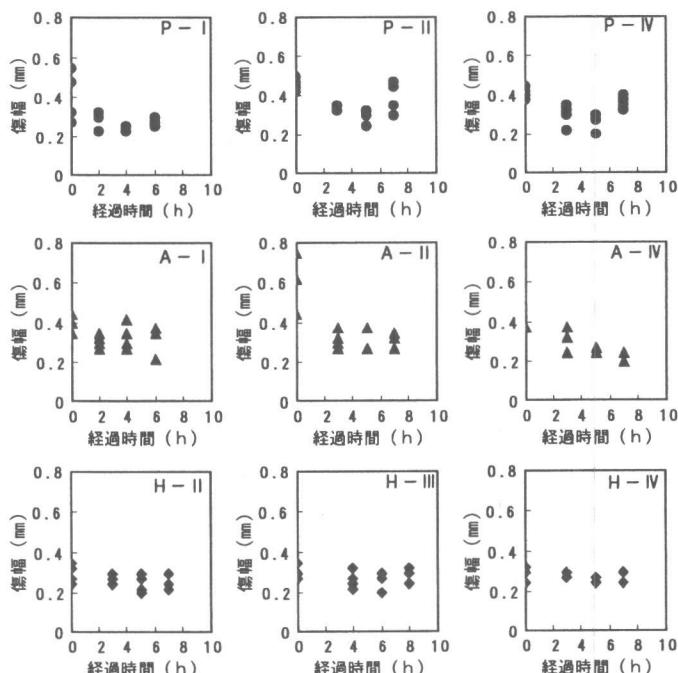


図-5 経過時間と傷幅の関係 (加圧力 9.8 N)

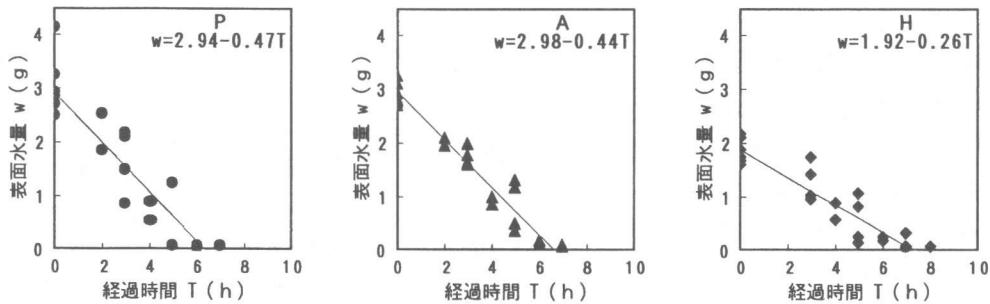


図-6 経過時間と表面水量の関係

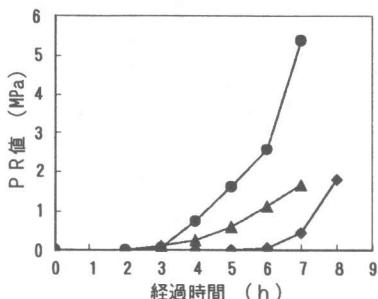


図-7 プロクター貫入抵抗値 (PR値)

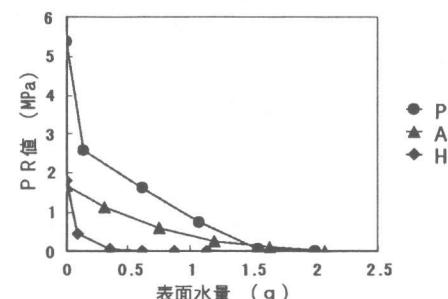


図-8 表面水量とPR値の関係

表面水量とPR値を比較するため、測定結果のばらつきのやや大きい表面水量に関しては、図-6に示すように回帰直線を求め、この直線による表面水量の回帰値とPR値の関係を示したものが、図-8である。

図から、いずれの調合に関しても、表面水量とPR値は反比例的な関係にあることが判る。

3.3 仕上げ時の表面性状と表面強度との関係の考察

摩耗量と仕上げ時の表面水量の関係を図-9に、また、傷幅と表面水量との関係を図-10、図-11に示す。

これらの図から、調合Pについては表面水量が1~2 g附近において摩耗量および傷幅が極小、すなわち表面強度が最大となることが判る。

調合Aについては、摩耗量に関してはやはり表面水量が2 g程度において極小値になること、また、傷幅に関しては表面水量が小さいほど小

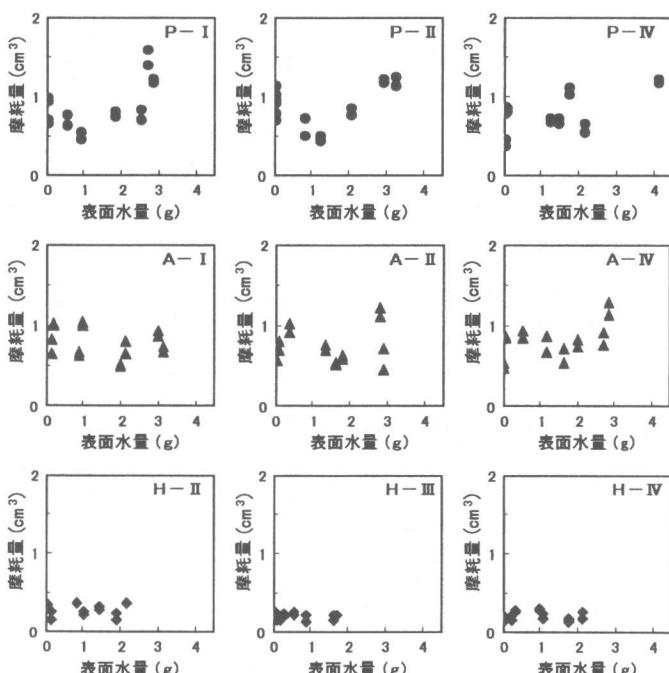


図-9 表面水量と摩耗量の関係

小さくなる傾向にあることが判る。

調合Hについては、摩耗量に関する明確な傾向は見られないが、傷幅に関しては、特に加圧力9.8Nの場合には表面水量が小さいほど傷幅は小さくなる傾向が認められる。

4. 結論

3種の調合に対し、仕上げ時期、こて仕様の異なる、延べ4種の仕上げ方法による床コンクリート試料の表面強度を測定した結果、水セメント比および単位水量の大きい調合ほど、仕上げ方法が異なると表面強度が異なる傾向にあることを示した。さらに仕上げ時のコンクリートの表面水量および凝結度と表面強度との関係を考察した結果、表面強度が最大となる仕上げ時期が存在し得ること、またその時期を表面水量あるいは凝結度によって判定できる可能性のあることを示した。

参考文献

- 三上貴正・荒川琢也・小野英哲：コンクリート直仕上げ床の仕上りに及ぼす機械ごとの仕様およびコンクリート性状の影響の考察、日本建築学会構造系論文報告集, pp.27-37, 1993.11
- 三上貴正・比留間邦洋・坂井映二：床コンクリートのフィニッシュアビリティーの評価方法に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集, Vol.18, No.1, pp.655-660, 1997.6
- 日本建築仕上学会材料性能評価研究委員会塗り床材料性能WG：床仕上げ下地コンクリートの表層部硬さの評価方法に関する研究成果報告書, 1997.3

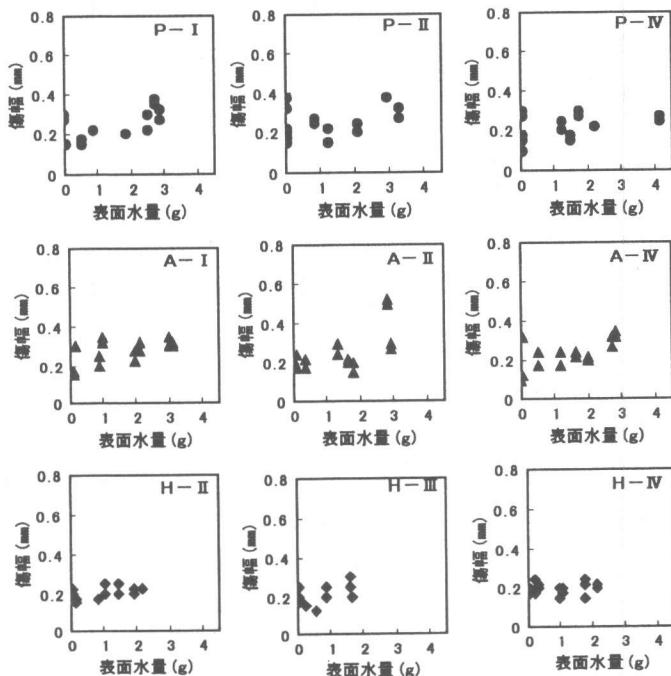


図-10 表面水量と傷幅の関係（加圧力4.9 N）

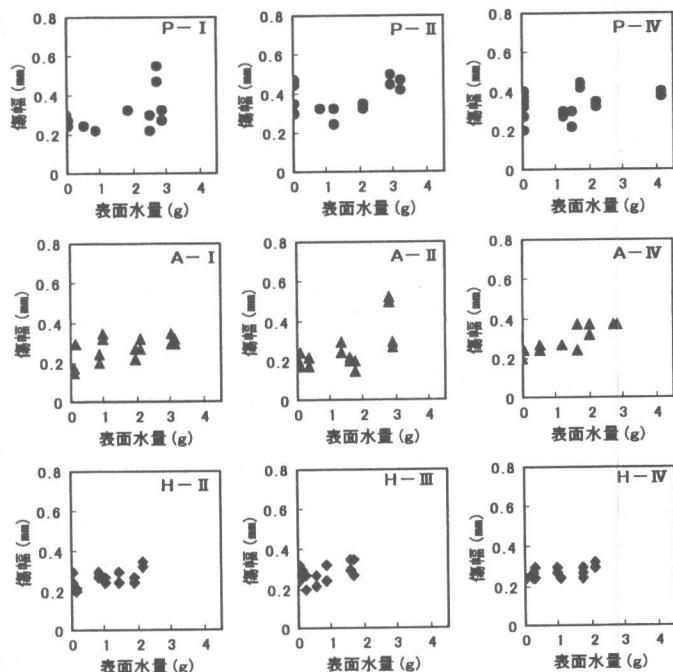


図-11 表面水量と傷幅の関係（加圧力9.8 N）