

論文 キャスターの走行荷重の性状が塗り床の耐剥離性に及ぼす影響

坂井映二^{*1}・三上貴正^{*2}・川村宏^{*3}

要旨：本研究では、キャスターの走行荷重の性状がコンクリート下地塗り床の耐剥離性に及ぼす影響を考察することを目的とし、下地コンクリートの性状の異なる6種の塗り床試料に対して、キャスターの種類、走行条件、塗り床材の材質により走行荷重の性状を変化させたキャスター走行式載荷装置による耐剥離性の試験を行った。その結果、塗り床の耐剥離性の序列は作用する荷重の性状により異なり、床面への接地圧は低いが作用するモーメントが大きい場合、下地コンクリートの表面硬さに対応し、モーメントは小さいが接地圧が高い場合、下地コンクリートの圧縮強度に対応するという傾向がみられた。

キーワード：塗り床、耐剥離性、キャスター、走行荷重、下地コンクリート

1. 序論

床には、日常的に作用する人間の歩行やキャスター類の走行に代表される種々の荷重に対する十分な抵抗性が要求される。一方、下地コンクリートの性状が床仕上げの良し悪しに少なからず影響を及ぼすことがこれまでに多く指摘されている^{1)・2)}が、下地コンクリートに関しては施工中および施工後もその性状の制御・管理は容易ではなく、下地コンクリートの性状の適正な評価が必要となっている。特に下地コンクリートの表面から内部にいたる強度性状については有効な測定方法がみあたらず、仕上げへの影響が現状では不明確となっている。

筆者らの一部は既往の研究³⁾において、下地モルタルの強度性状がキャスターの走行荷重を受ける塗り床の耐剥離性に及ぼす影響に関して考察するなかで、既往の試験方法による剥離強度値とキャスターの走行荷重を受ける塗り床の耐剥離性はよく対応しないことを示した。床に作用する荷重の性状は、既往の試験方法における場合と、キャスターの走行による場合では異なるものであると考えられるが、床に作用する

荷重の性状が塗り床の耐剥離性に及ぼす影響は十分には検討されていない。例えば、キャスターの走行荷重の性状によって塗り床の耐剥離性の序列が異なるかどうかは明らかではない。そのため、塗り床の耐剥離性の評価において設定するキャスターの走行荷重の妥当性は不明瞭である。従って、塗り床の耐剥離性からみた下地コンクリートの強度性状の定量化に際しては、床に作用する荷重の性状が塗り床の耐剥離性に及ぼす影響の検討が必要であるといえる。

本研究では、キャスターの走行荷重の性状がコンクリート下地塗り床の耐剥離性に及ぼす影響を考察することを目的とし、下地コンクリートの性状の異なる塗り床試料に対して、キャスターの種類、走行条件、塗り床材の材質により走行荷重の性状を変化させたキャスター走行式載荷装置による耐剥離性の試験を行った。

2. 試料床

2.1 概要

塗り床の耐剥離性の試験に使用する試料床は、35×35×5 cmの板状の下地コンクリートに塗り

*1 東京工業大学助手 工学部建築学科 修士(工学) (正会員)

*2 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)

*3 五洋建設(株) (当時東京工業大学生)

表－1 下地コンクリート

下地名	調 合							表面処理	圧縮強度 (MPa)	引掻き 傷幅 (mm)
	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					空気量 (%)			
		W	C	S	G	混和剤				
4 0 1	40	162	404	699	1075	0.808 * ¹	2.3	1	48.1	0.40
4 0 2	40	228	569	616	844	0.569 * ²	5.9	2	38.5	0.61
5 5 1	55	159	288	803	1075	0.576 * ¹	2.9	1	28.9	0.41
5 5 2	55	213	386	806	844	0.386 * ²	7.0	2	22.8	0.46
8 0 1	80	181	224	887	1045	0.448 * ¹	3.0	1	16.3	0.42
8 0 2	80	242	303	905	815	0.303 * ²	3.9	2	13.7	0.82

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：最大寸法20mmの碎石

注1）表1中の*1はA E減水剤、*2はA E剤を使用した。

注2）表面処理1：打設後に金ごて押さえを十分に行い、塗り床材塗布前にブラシで清掃する。

表面処理2：打設時に金ごてにより均すだけで、押さえは行わない。塗り床材塗布前にブラシで清掃する。

床材を塗布したものをを用いた。

2.2 下地コンクリート

下地コンクリートは表－1に示す調合および表面処理により作製した。水セメント比を3水準設け、圧縮強度がおおよそ3段階となるようにした。また、同一水セメント比でも単位水量、空気量および表面処理の違いにより表面・表層の強度性状が異なるようにした。したがって、表－1の6種類の下地コンクリートは、全体的な圧縮強度と表面・表層の強度性状の組合せがそれぞれ異なるものとなっている。下地コンクリートは1種につき各3枚ずつ作製した。

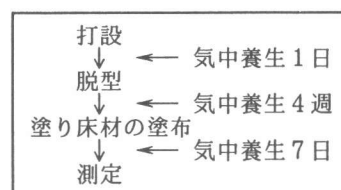
2.3 塗り床材

塗り床材は、エポキシ樹脂塗り床材（以下、エポキシ）およびウレタン樹脂塗り床材（以下、ウレタン）を用いた。図－1に示すように養生した下地コンクリートに、ウレタン・エポキシそれぞれ、35×12cmの範囲に塗布量は1kg/m²で塗布し、養生後、後述のキャスター走行式載荷装置による塗り床の耐剥離性の試験に使用した。

2.4 試料床の基礎的性状

(1) 下地コンクリート

下地コンクリートの基礎的性状として、各下地ごとにフレッシュ時の空気量、φ10×20cmの



図－1 試料床の作製手順

表－2 塗り床材の引張強度と伸び率

塗り床材	引張強度(MPa)	伸び率 (%)
ウレタン	3.2	196
エポキシ	33.9	2

円柱供試体の圧縮強度、塗り床材の塗布されていない下地表面の硬さとして引抜き試験器⁴⁾による加圧力1.0kg (9.8N)での引抜き傷幅をそれぞれ測定した。

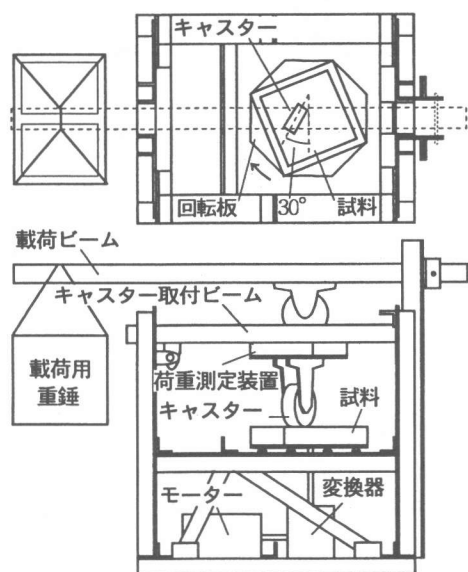
測定結果を表－1に示す。測定時の養生期間はキャスター走行荷重載荷装置による塗り床の耐剥離性の試験と同期間とした。圧縮強度は下地1種ごとに供試体3本の平均値、引抜き傷幅は、下地1枚につき2回試験を行い、下地1種につき3枚ずつ計6回の試験の平均値である。十分に金ごて押さえを行う表面処理1を行った下地は、金ごて押さえを行わない表面処理2を行った下地に比べ、傷幅が小さく、表面が硬いことが分かる。

(2) 塗り床材

塗り床材の基礎的性状として、JIS K 6911に従い引張強度を測定し表－2に示す力学特性を得た。試験片の厚さは1mmとし、各3枚試験を行った。ウレタンは軟質、エポキシは硬質であり、力学性状は大きく異なることが分かる。

3. キャスター走行式載荷装置の概要

図－2に示すキャスター走行式載荷装置は、回転板にセットした試料床に所定の載荷条件でキャスターの走行による動的荷重を連続的に作用させるものである。また、荷重測定装置をキャスター固定部に取り付けることにより、キャスターの走行荷重のうち鉛直荷重および鉛直軸まわりのモーメントが測定可能である。載荷はてこ式で行っているが、載荷用重錘によるビー



図－2 キャスター走行式載荷装置

ムの湾曲が荷重測定に影響を及ぼさないように載荷ビームとは別にキャスター取り付けビームを設けた。

4. 塗り床の耐剥離性の試験

4.1 載荷条件

本研究で使用したキャスターの概要を表－3に、また、キャスターの種類・走行条件・塗り床材の種類の組合せをキャスターの走行荷重の載荷条件として、それらの条件下における走行荷重とともに表－4に示す。試料床に作用する荷重は塗り床とキャスターの接触状態で異なり、また、下地コンクリートには塗り床材を介して荷重が作用するため、下地コンクリートに作用する荷重の性状は塗り床材によっても異なると考え、載荷条件には塗り床材の種類も含めた。

条件1は、軟質であるウレタンの上を接地面積の広いキャスターAが走行し、接地圧は低いが鉛直軸まわりのモーメントは大きいものとなっている。逆に、条件3は、硬質であるエポキシの上を接触面積の狭いキャスターBが走行し、接地圧は高いが、鉛直軸まわりのモーメントは小さいものとなっている。条件2は、エポキシとキャスターAの組合せであり接地圧と鉛直軸まわりのモーメントは条件1と条件3の数値の間にある。

作製した試料床は11×11×5cmの寸法のプロ

表－3 キャスターの概要

キャスター	素材	接地部分 断面形状	車軸直径 (mm)	車輪幅 (mm)
A	UMCナイロン		125	38
B	ナイロン強化 フェノール		100	32

表－4 キャスターの走行荷重の載荷条件

載荷条件	塗り床材	キャスター	回転半径 (mm)	回転速度 (r/min)	キャスター 角度	鉛直荷重 (N)	接地面積 (cm ²)	接地圧 (MPa)	鉛直軸まわり モーメント (N・m)
条件1	ウレタン	A	20	20	0°	980	3.36	2.9	4.2
条件2	エポキシ	A	20	20	30°	1960	1.95	10.1	0.6
条件3	エポキシ	B	20	40	0°	1960	0.52	37.8	0.2

ックに切断し、各下地の種類ごとに3枚の試料床から1ブロックずつ計3ブロックを各条件での耐剥離性の試験に供した。

4.2 耐剥離性の評価方法

試料床の回転中心から20mm離れた、キャストアが走行する円周上に等間隔に10個の判定箇所を設定し、目視による判断に加え、各判定箇所ごとに高さ1cmから直径1cmの鋼球を落下させ、内在的な剥離については反発音の音感によって、剥離の有無を判定することとした。

塗り床の耐剥離性を未剥離箇所の累積数により評価し、塗り床の耐剥離性を表す数値として塗り床の耐剥離性相対指数（以下、RSR）を、1回の判定での判定箇所数X（今回はX=10）、総判定回数N、各判定ごとの剥離箇所数 x_i とし、次の式により定義・算出することとした。

$$\text{耐剥離性相対指数 (RSR)} = \sum_{i=1}^N \left\{ \frac{(X - x_i) \times 100}{N \cdot X} \right\} (\%) \quad \text{式(1)}$$

各载荷条件ごとのRSRの算出条件を表-5に示す。

表-5 各载荷条件ごとのRSRの算出条件

载荷条件		判定間隔	総回転数	総判定回数 N
条件1	RSR1	1回転	20	20
条件2	RSR2	20回転	1000	50
条件3	RSR3	5回転	100	20

5. 各载荷条件における試料床のRSR

5.1 RSRの全般的傾向

図-3に各载荷条件における各試料床の各ブロックのRSRを示す。いずれの载荷条件においても、同一下地内でのばらつきはあるものの試料床の下地の種類の違いによりRSRは異なっており、キャストアの走行荷重を受ける塗り床の剥離には下地コンクリートの性状が関連しているといえる。また、同一水セメント比の下

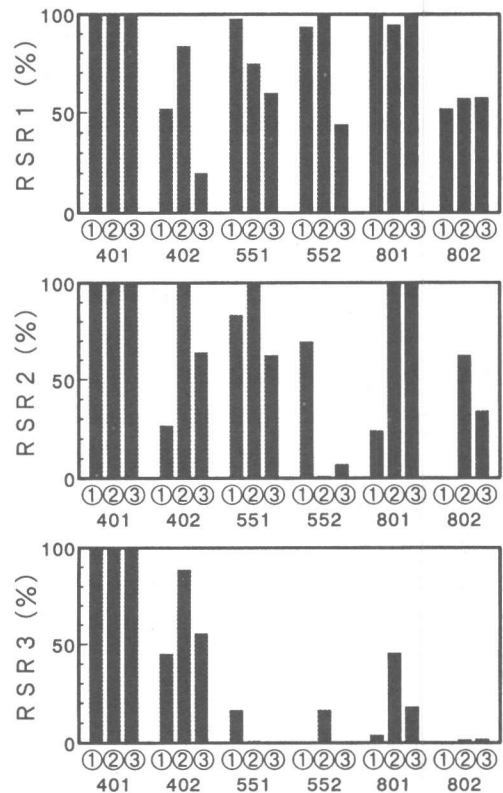
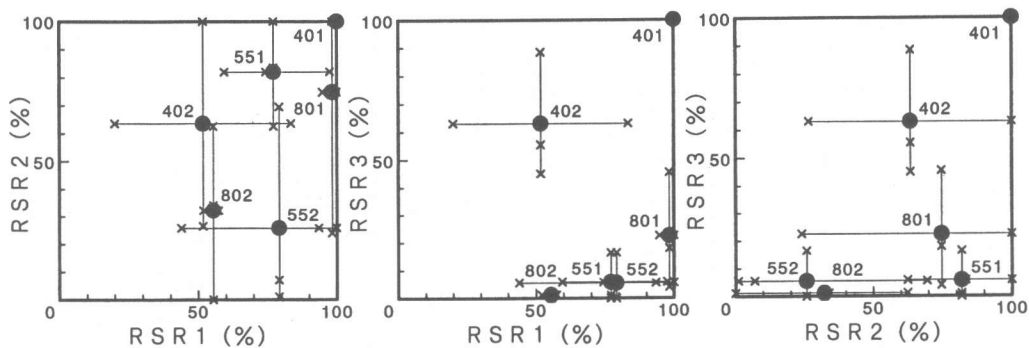


図-3 各载荷条件における試料床のRSR

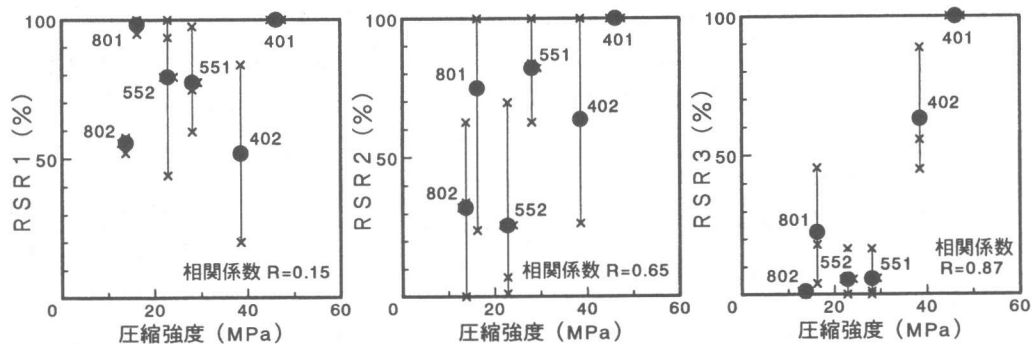
地を比較した場合、表面処理1よりも2の方がRSRが低くなっていることから、調合に加え、下地表面処理の程度も、塗り床の剥離に影響する可能性があることがわかる。

5.2 RSRのばらつき

図-3から、同一下地内でもRSRには小さいとはいえないばらつきがあるが、田中ら¹⁾が、塗り床材と下地コンクリートの接着力分布を小面積接着力試験により測定した結果、塗り床材と下地との接着力は数倍から十倍程度にばらついていると述べているように、今回のように、同一調査で同一の表面処理を行った下地コンクリートであっても、場所による性状のばらつきがあることから、耐剥離性の評価においては、剥離現象のとらえ方や測定方法に関して今後、さらに検討する必要がある。また、下地の性状を管理する場合には、性状のばらつきを十分考慮して、適切な管理値の設定をすべきであろう。



図－４ 異なる载荷条件間でのRSRの対応関係



図－５ 各载荷条件におけるRSRと圧縮強度の関係

6. 異なる载荷条件間でのRSRの対応関係

図－４に異なる载荷条件間でのRSRの対応関係を示す。図－４から、载荷条件が異なると試料床のRSRの序列も異なることが分かる。

個々の試料床について見てみると、401は他の試料床に比べ圧縮強度が大きく表面の硬度も大きい下地コンクリートであり、RSRはどの载荷条件でも100%である。逆に、802は他の試料床に比べ圧縮強度が小さく表面の硬度も小さい下地コンクリートであり、RSRはどの载荷条件でも比較的低いものとなっている。しかし、この2種の他の試料床については、载荷条件によってRSRの序列は異なっている。条件1・2では、下地コンクリートの表面硬度の大きい401・551・801が比較的高いRSRとなっているが、接地圧の大きい条件3では、下地コンクリートの圧縮強度の大きい401・402以外はどれも低いRSRとなっ

ている。条件1と条件2の間でも、551と552は条件1では同程度のRSRであるが、条件2では大きく異なっている。

これらのことから、キャストの走行荷重の性状は塗り床の耐剥離性に影響を及ぼしており、下地の性状とキャストの走行荷重の性状の組合せによって、その影響の仕方は異なることが分かる。従って、キャストの走行荷重を受ける塗り床の耐剥離性を評価する場合、相対的評価であっても作用する荷重の性状を考慮する必要があるといえる。

7. 各载荷条件におけるRSRと下地コンクリートの強度性状の関係

7.1 圧縮強度との関係

図－５にRSRと下地コンクリートの圧縮強度の関係を示す。各相関係数Rを図中に示す。条件3，条件2，条件1の順で、相対的に接地

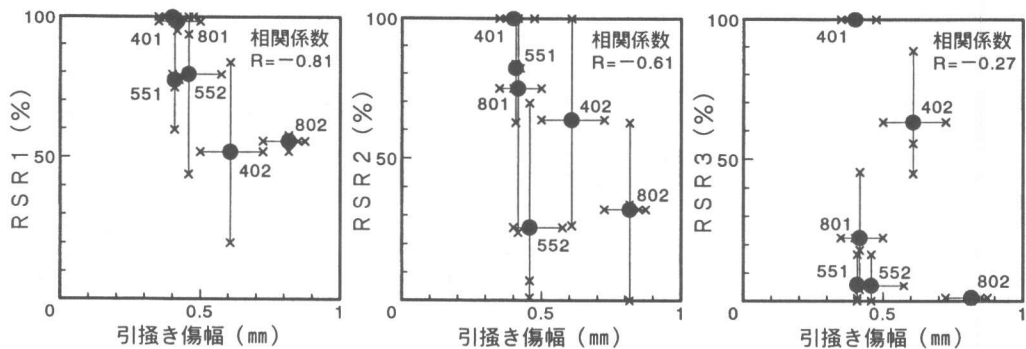


図-6 各载荷条件におけるRSRと引掻き傷幅の関係

圧が高くモーメントの小さい条件のほうが、接地圧が低くモーメントの大きい条件よりも、RSRと下地コンクリートの圧縮強度との間の対応が良くなる傾向がみられる。

7.2 表面硬さとの関係

図-6にRSRと引掻き傷幅で表した下地コンクリートの表面硬さとの関係を示す。各相関係数Rを図中に示す。圧縮強度との関係の場合とは逆に、条件1、条件2、条件3の順で、相対的に接地圧が低くモーメントの大きい条件の方が、接地圧が高くモーメントの小さい条件よりも、RSRと下地コンクリートの表面硬さとの間の対応が良くなる傾向がみられる。

8. 結論

キャストの走行荷重の性状がコンクリート下地塗り床の耐剥離性に及ぼす影響を考察し、以下の結論を得た。

- ・キャストの走行荷重を受ける塗り床の耐剥離性には、下地コンクリートの性状が影響し、耐剥離性の序列は、作用する荷重の性状により異なる。

- ・耐剥離性の序列は、キャストの床面への接地圧が低い作用するモーメントが大きい場合、

下地コンクリートの表面硬さに対応し、接地圧が高い作用するモーメントが小さい場合、下地コンクリートの圧縮強度に対応するという傾向がみられる。

参考文献

- 1) 田中享二，内田昌宏，大森修，裏基善：塗り床のふくれ発生に及ぼす下地コンクリートの影響，日本建築学会構造系論文集，No.493，pp.1～7，1997.3
- 2) 湯浅昇，松井勇，逸見義男，佐藤弘和：仕上材のはがれに及ぼす下地コンクリートの含水率細孔構造の影響，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.18，No.1，pp.573-578，1996.6
- 3) 坂井映二，三上貴正，東山純也：塗床の耐剥離性からみた下地モルタルの健全性の評価に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.19，No.1，pp.673-678，1997.6
- 4) 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