

5

木製型枠用コンクリート剝離剤の 品質判定および試験方法に関する研究

丸一 俊雄 ・ 熊谷 敏男

§ 1. はじめに

最近、コンクリート工事において木製型枠の寿命延長、および打放しコンクリート面を平滑良好にするために、現場では多くコンクリート剝離剤を塗布する傾向を有してきた。また、打放しコンクリートにおいて、木製型枠の材質不良によるコンクリート不硬化現象を防止する上にも、これらの剝離剤を塗布することが効果あると考えられる。

しかし、しばしばコンクリート面に仕上げを行なう場合に、木製型枠の剝離剤がコンクリート面に付着していて、思わぬ剝がれ事故を起こすことさえあるので、コンクリート剝離剤を採用するときは、その使用条件、後仕上げの有無などについて十分検討し、剝離剤のコンクリートに対する影響を調査しておく必要があると考える。

本研究の目的は市販コンクリート剝離剤（以下、剝離剤という）を、打放しコンクリートと、後仕上げを行なうコンクリートとに使用する2種の場合に分類して、品質判定の事項を検討し、実験的に剝離性、および仕上げ材の付着性を測定して、判定規準を求めようとしたものである。なお、この実験結果から試験方法の採否を検討し、行なった実験によって十分品質判定が可能であることが判明した。

以下その実験について報告する。

§ 2. 剝離剤選択の判定規準

コンクリート工事における分類から、打放しコンクリート打と後仕上げを行なう場合のコンクリート打に分けて考える。すなわち、打放しコンクリート用の木製型枠に剝離剤を用いる場合は、次の事項について検討しなければならないであろう。

- ① 剝離性良好であること。
- ② 木材のしみ、または剝離剤自身の汚れをコンクリート面に残さないこと。
- ③ コンクリート面が綺麗に仕上がること。
などである。

また、後仕上げを行なうコンクリート用の木製型枠に剝離剤を用いる場合は、次の事項を検討しなければならない。

- ① 剝離性良好であること。
- ② 仕上材（特にセメントモルタル）の付着が良好であること。
などである。

以上の打放し用・後仕上用コンクリートにおいて、剝離性良好なことが共通した事項であり、次いで、仕上材の付着が良好である、という事項の両者に就いて実験を行なえば、一応剝離剤の選択は可能になる。さらに試験後剝離面を観察することによって、打放しコンクリート用に適するかどうかを判別できる。

§ 3. 試験試料および試験方法

A. 試験試料の種類

試料の種類は表—1 に示すとおりである。

B. 試験方法

① 稀釈剝離剤の pH およびセメントに混入した場合の凝結時間の測定.

これは稀釈剝離剤が打込コンクリートに混入した場合、これによって剝離剤がセメントの硬化過程にどのような影響をおよぼすかを調べたものである。

試験方法は pH 測定について東亜電波(株)製のガラス電極 pH 計を用いて、稀釈された剝離剤の pH を測定し、凝結時間は稀釈された剝離剤を混入水の代りに用いて、JIS, R 5201 『セメントの物理試験方法の凝結試験』の項に準じて行なった。

表—1 市販剝離剤の種類と主成分

試料番号	剝離剤の種類	主 成 分
0	PL	蒸留水
1	SH	米糠油
2	SH-S	米糠油, 植物油, パラフィン
3	SFO	重油
4	PN-2	亜麻仁油, クレオソート油
5	MN	マシン油, スピンドル油
7	TF	ロジン・トールオイル
8	R	植物油
9	F-15	鉱物油, 植物油
10	SP	パラフィンエマルジョン
11	PR-100	パラフィン
12	PR-9	マシン油, ロジン
13	PR-1	パラフィンエマルジョン
14	RK	植物性界面活性剤
19	SB-1000	ラノリン
20	SW	パラフィンエマルジョン
21	C	パラフィン, 植物油
22	RR3	トールオイル
23	M	植物油
24	SL	酸性植物油
25	G	植物油

② 剝離剤混入モルタルの強さ試験

これは前記の場合と同様、剝離剤が混入した場合にコンクリートの強さがどれ位低下するかを、モルタルについて調べたものであり、仕上げを行なう場合は仕上モルタルに混入する場合もあるので、特に検討を要する事項である。試験方法は、各剝離剤の稀釈倍率により剝離剤溶液を調製し、これを JIS, R, 5201, 『セメントの物理試験方法の強さ試験の項』に準じて、混入モルタル強さ試験体(注1)を作製し、強さ試験を行なう、この試験体の養生方法は仕上用モルタルの強さを検討するために、その養生方法と同じ室内(温度 20~26.5°C, 湿度 71~85%RH)における空中養生とした。

③ 剝離力試験

市販剝離剤の決められた稀釈液を調製し、これを普通ラワン材(30mm×100mm×160mm)に布で2回塗布(最初1回塗布し、表面が乾燥してから2回目を塗布)する。塗布したラワン材は約1日間空中に放置し、モルタル(注2)打込直前に水中に1時間浸し、剝離剤塗布面を上にし、その表乾状態面にモルタル型枠(内法30mm×100mm×100mm)を置き、モルタルを打込み、剝離力試験用供試体を作製する。

剝離力試験はモルタル打込後7日目に行ない、引張剝離力試験と、剪断剝離力試験を行なう。供試体は各剝離剤につき10コとし、引張剝離力試験と剪断剝離力試験には、各々5コずつ行なう。このときの剝離面積は100cm²であり、その荷重速度は引張剝離力試験で3kg/sec、剪断剝離力試験で6kg/secであった。

④ 仕上げ用モルタルの付着力試験

剝離力試験後のモルタル供試体を5コ選取し、その剝離面を上にして、その上に剝離力試験に用いた同じ型枠を置き、モルタルを打込み、付着力試験用供試体を作製する。付着力試験はモルタル打込後7日目に行ない、剪断付着力を求める。この時の付着面積は100cm²で、試験時の荷重速度は20kg/secであった。

⑤ 剝離力試験後のラワン材(型枠)面へのモルタル付着度合の観察

これは、打放しコンクリート面を対象とした仕上面の出来の問題を検討したもので、肉眼観察によって表—3のような状態別に評点を付した、なお、剝離モルタル面のしみ、変色についても観察した。

§ 4. 試験結果および考察

剝離剤の試験結果は表-4 に示すとおりであって、剝離力試験に用いたモルタルの強さは、曲げ強さ 40.3 kg/cm²(標準偏差4.4kg/cm²)、圧縮強さ 218kg/cm²(標準偏差 5kg/cm²)であり、仕上用モルタルの附着力試験に用いたモルタルの強さは、曲げ強さ 39.0kg/cm²(標

表-3 モルタルの附着状況の判定基準

評点	型枠面へのモルタル附着状況
1	モルタルの附着がほとんどない場合
2	モルタルの附着が型枠面の1/3以下におよぶ場合
3	モルタルの附着が型枠面の過半におよぶ場合
4	モルタルの附着が型枠全面におよぶ場合
5	モルタルの附着が型枠全面に更に甚しくおよぶ場合

表-4 剝離剤の性能試験表

()内は標準偏差

試料番号	剝離剤の種類	稀釈率(倍率)	稀釈液のpH	セメント・モルタルに対する影響性					型枠の剝離性		剝離面へのモルタルの剪断付着力(kg/cm ²)	型枠剝離面へのモルタル付着状況(評点)
				剝離剤混入セメント・ペーストの凝結			剝離剤混入モルタルの強さ(kg/cm ²)		引張剝離力(g/cm ²)	剪断剝離力(g/cm ²)		
				水セメント比(%)	始発時間	終結時間	曲げ	圧縮				
0	PL	—	6.22	26.0	2:24	4:06	43.2	208	140(183)	288(341)	5.54(2.16)	2.15
1	SH	10	10.84	28.0	2:21	4:02	29.9	161	110(97)	252(252)	5.97(0.90)	2.50
2	SH-S	0	—	—	—	—	—	—	22(45)	0(0)	8.18(2.49)	1.70
3	SFO	20	7.92	28.0	2:52	4:32	27.2	134	0(0)	0(0)	7.06(1.95)	3.50
4	PN-2	10	9.12	32.1	3:7	6:07	26.2	141	24(48)	66(86)	6.61(0.88)	1.33
5	MU	10	9.20	32.1	3:59	5:54	15.4	45	59(88)	0(0)	5.14(2.68)	2.20
7	TF	10	9.00	31.1	2:50	4:58	27.0	122	0(0)	58(116)	5.63(2.09)	3.60
8	R	10	6.70	26.3	3:03	5:11	25.0	155	0(0)	14(12)	1.59(0.23)	2.10
9	F-15	10	8.69	31.3	4:53	7:57	27.4	102	1(3)	8(18)	3.34(1.70)	1.30
10	SP	10	8.50	28.9	3:01	4:32	40.1	154	37(75)	134(117)	5.15(1.70)	1.30
11	PR-100	0	—	—	—	—	—	—	59(31)	101(83)	2.77(1.50)	1.80
12	PR-9	10	9.11	34.3	4:23	6:55	13.5	34	2(4)	624(567)	6.95(2.84)	3.60
13	PR-1	5	9.30	31.0	3:36	5:36	31.6	91	57(41)	223(262)	6.13(2.71)	1.50
14	RK	8	9.30	47.6	8:00	—	8.2	12	12(18)	2(4)	0.90(0.22)	1.50
19	SB-1000	10	—	—	—	—	14.1	59	7(14)	7(9)	1.09(0.27)	3.80
20	SW	8	9.40	28.6	3:12	5:32	42.0	144	113(65)	390(362)	1.40(0.31)	1.30
21	C	10	6.59	29.0	2:43	4:53	39.8	215	178(70)	450(203)	1.72(0.66)	1.50
22	RR3	10	9.00	27.9	3:00	5:12	34.8	138	53(75)	12(30)	5.02(2.02)	2.00
23	M	10	8.40	—	—	—	15.9	61	59(85)	58(43)	2.20(0.36)	2.40
24	SL	10	8.50	—	—	—	37.8	262	119(58)	55(72)	7.24(2.49)	2.80
25	G	5	7.00	—	—	—	36.2	177	0(0)	45(88)	1.58(0.40)	2.40

(注1) 剝離剤混入モルタル強さ試験に用いるモルタルの調合(重量比)は、セメント：砂=1：2，w/c=50 o/wtである。この場合の水量の代りに稀釈剝離剤液量を用いる。セメントは日本セメント(株)製普通ポルトランドセメントを用い、砂は相模川産のものを用いた。その砂の試験成績については下記表-2のとおりである。

(注2) 剝離力試験および仕上用モルタルの附着力試験に用いるモルタルの調合(重量比)は、セメント：砂=1：2，w/c=50 o/wtである。セメント、砂の種類は(注1)のものと同一である。

表-2 砂の試験成績表

粒度分布	篩寸法mm	5.0	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0.15以下
	通過率%	98	85	65	38	16	3	0
粗粒率	2.83							
粒大	2.5mm以下							
比重	2.60							
単位体積重量	1575 kg/m ³							
吸水率	3.30%							

準偏差 0.8kg/cm^2), 圧縮強さ 200kg/cm^2 (標準偏差 5kg/cm^2)であった。

この結果から解るように、市販剥離剤はほとんどアルカリ性を有するものであり、ある種のはセメントと反応して凝結時間を遅延し、かつ強さを低下させるものがある。一般に稀釈剥離剤がモルタル中に混入すると、そのモルタルの強さが約 $1/2$ 以下に低下する、このこと

は剥離剤の剥離効果および仕上用モルタルの附着力の減退に関係すると考えられる。

すなわち、図-1、図-2、において剥離剤混入モルタルの圧縮強さに対する剥離性の関係を図示したもので、この図から剥離剤混入モルタルの圧縮強さの小さいものは、一般に剥離性が良好であるような結果を示している。



図-1 引張剥離力と剥離剤混入モルタル強さとの関係

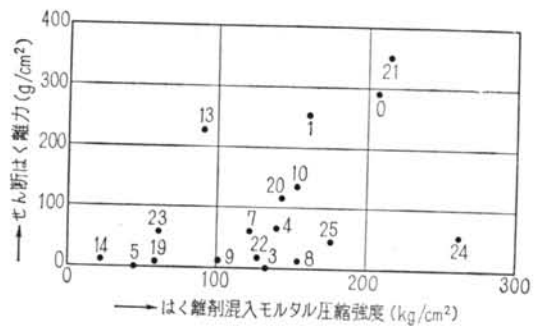


図-2 剪断剥離力と剥離剤混入モルタル強さとの関係

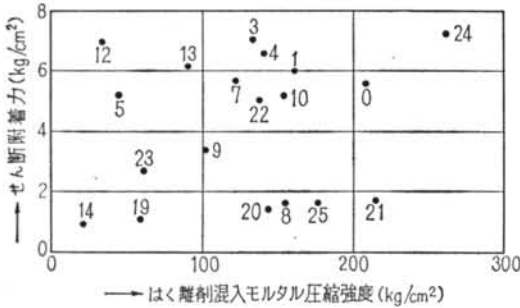


図-3 仕上モルタル付着力と剥離剤混入モルタル強さとの関係

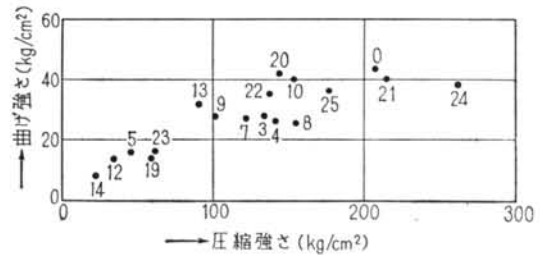


図-4 剥離剤混入モルタルの曲げ強さと圧縮の強さとの関係

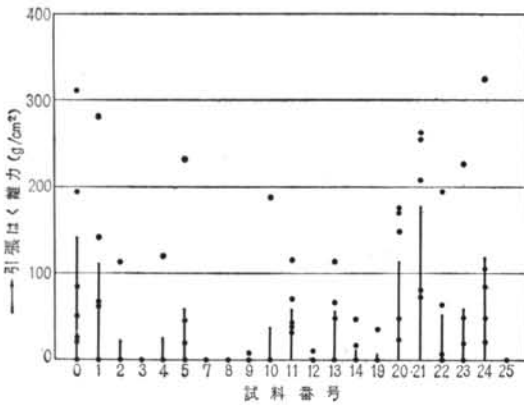


図-5 市販剥離剤の引張剥離力

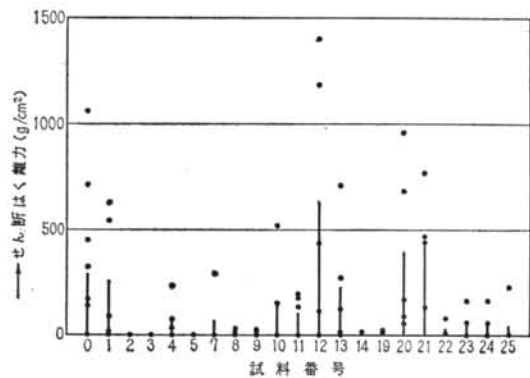


図-6 市販剥離剤の剪断剥離力

また、図-3 から剝離剤混入モルタルの圧縮強さの小さいものは、一般に仕上用モルタルの附着性も悪くなっている。したがって、剝離剤混入モルタルの強さが大きく、かつ、剝離性を良好にし、仕上用モルタルの附着性に影響をおよぼさないものが良いと考えられる、ただし、打放しコンクリートに用いる場合は、仕上用モルタルの附着性を特に考慮しなくてもよいように思われる。

なお、剝離剤混入モルタルの圧縮強さと曲げ強さの関係は図-4 に示すとおりである。この図からこの関係には十分相関関係がある。剝離剤の剝離性については図-5、図-6 に示すとおりであり、引張剝離力と剪断剝離力とは、図-7 のように一応相関関係があると考えられるから、市販剝離剤の剝離性を比較する場合に、剝離力指数を求めて比較した方がよいと考える。

この剝離力指数とは、それぞれの市販剝離剤の引張剝離力と剪断剝離力との合量をプレーン（無塗布の型枠を用いた場合）のそれと比較し、プレーンの剝離力指数を仮りに100 と決めたものである。その結果は図-8 に示すとおりである。

この図から剝離力指数50以下のものを剝離性良好であるものとして合格とした。これは剝離力試験の変動係数から考慮したもので、剝離力試験の結果の変動係数はほとんど100% 近く、試験の信頼性は少ないように考えられるが、剝離力の小さいものはやはり標準偏差も小さく、それぞれの比較に用いる場合はあまり問題にならないと思われる。プレーンの剝離力は大きいから、その変動係数を50%と見て剝離力指数50を基準とした。

仕上用モルタルの附着性は図-9 に示すとおりである。モルタル面に対するモルタルの附着力の予備実験では、変動係数が30%以下程度に得られている。この実験ではプレーンについて変動係数が39%であった。したがって、 3.38kg/cm^2 以下の附着強さを示す場合は、剝離剤の影響があることを示すものと考えられ、この20%安全率を見て、 4kg/cm^2 以上のものを合格としてよいと考えた。

また、図-10、図-11から剝離力と仕上用モルタルの附着性には、特に関係がないようである。これは、上記図-3 の関係から相反するようと思われるが、図-3 の

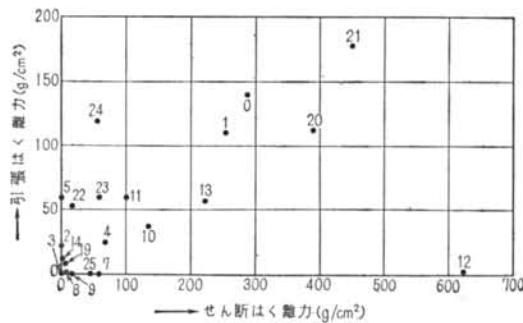


図-7 引張剝離力と剪断剝離力との関係

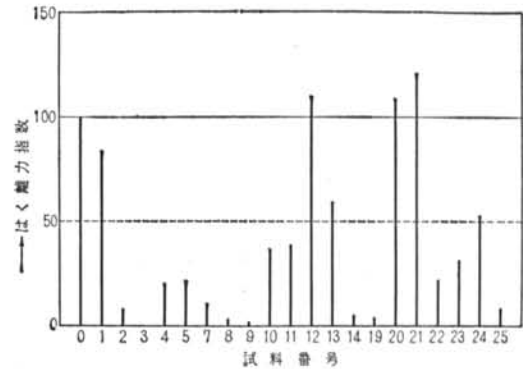


図-8 市販剝離剤の剝離力指数

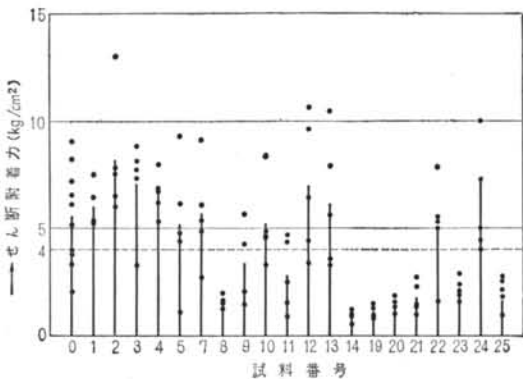


図-9 市販剝離剤を用いた場合のモルタル付着力

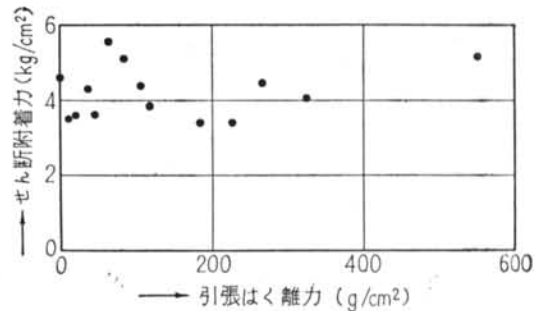


図-10 仕上モルタル付着力と引張剝離力との関係

相関性が小さいためではないかと思われる。

型枠面へのモルタルの附着状況は図-12に示すとおりであって、これは、それぞれ剝離剤を用いた10コの型枠面の観察による評点の平均値である。剝離後のモルタル面にはほとんど型枠ラワン材のシミの附着はなかった。したがって、この点数が2以下の場合は、打放しコンクリート用型枠に用いてもよいと考えられる。

また、剝離剤の主成分と剝離剤の品質との関係については、製造者の報告が十分でないので検討しなかった、

§5. む す び

以上の試験結果から、次の点が総括できる。

① 剝離剤の品質を判定するための試験事項として次のものを行ない、打放しコンクリートと、後仕上を行なうコンクリートとに用いる2つの場合について考察しなければならないと考える。その判定基準事項は §.2 に記述したとおりである。

- a. 稀釈剝離剤の pH 測定およびセメントに混入した場合の凝結時間の測定。
- b. 稀釈剝離剤の混入モルタルの強さ試験
- c. 剝離力試験（引張剝離力と剪断剝離力を測定し、剝離力指数を求める）
- d. 仕上用モルタルの附着力試験
- e. 剝離力試験後の型枠面へのモルタルの附着度合およびモルタル剝離面の型枠によるシミ、異常の有無

② 上記試験事項の試験方法は、§3. B に記したとおりで、剝離剤の品質を比較する場合は十分であると考えられ、次の判定基準に合格するものを選択すればよい。

- a. 稀釈剝離剤の pH は中性またはアルカリ性であること。
- b. 稀釈剝離剤をセメントに混入した場合の凝結時間は、無混入の場合より甚しく遅延しないこと。
- c. 稀釈剝離剤混入モルタルの強さは、無混入モルタルの 1/2 以上であること。
- d. 剝離力試験において求めた剝離力指数が50以下であること。
- e. 仕上用モルタルの附着力試験において附着力が、 $\{(\text{プレーンの附着力平均値}) - (\text{その時の標準偏$

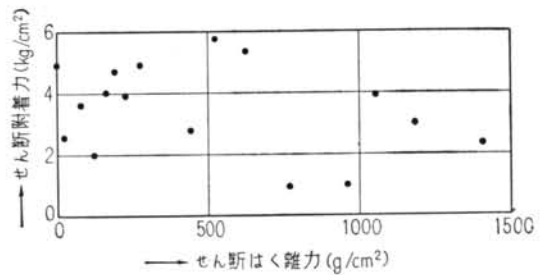


図-11 仕上モルタル付着力と剪断剝離力との関係

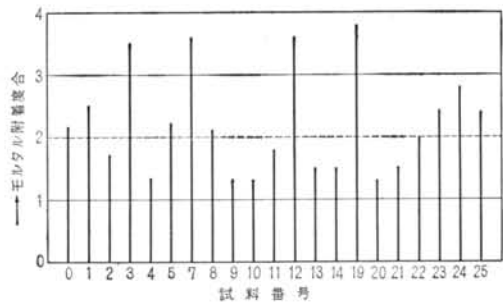


図-12 市販剝離剤の型枠面へのモルタル附着度合

- f. 剝離力試験後の型枠面へのモルタルの附着度合が、肉眼観察によって評点2以下であり、かつ、モルタル剝離面には型枠によるシミ、変色などの異常を認めないこと。

ただし、打放しコンクリートの型枠に用いる場合は a, b, d, e, f について、また、後仕上げを行なうコンクリートの型枠に用いる場合は、a, b, c, d, e について選択すればよい。

③ 上記の判定規準によって市販剝離剤の合格するものを列記すると、次のようになる。

打放しコンクリート用の型枠に用いる場合、
SH-S, PN-2, F-15, SP, PR-100, RK, PR3

後仕上げを行なうコンクリート用の型枠に用いる場合

SH-S, SFO, PN-2, TF, SP, RR3