HOKUGA 北海学園学術情報リポジトリ
学校法人北海学園
北海学園大学
北海商科大学

タイトル	コンクリートの物理性状に及ぼす型枠剥離剤の影響に関する基礎的検討(Ⅱ.鉄筋の付着性能に及ぼす影響)
著者	杉山，雅；SUGIYAMA，Masashi
引用	北海学園大学学園論集(150)：1-9
発行日	2011-12-25

Hokkai-Gakuen Organization of Knowledge Ubiquitous through Gaining Archives.

コンクリートの物理性状に及ぼす型枠剥離剤の影響に関する基礎的検討

（II．鉄筋の付着性能に及ぼす影響）

杉　山　　雅

はじめに

一般にコンクリートの施工時に型枠に剥離剤を塗布している。この剥離剤は界面活性剤の一種である。しかし，最近の剥離剤がコンクリートの各種性状にどの程度の影響を及ぼすか，不明な場合が多い。本研究は，最近一般に使用されている剥離剤について，４シリーズを行った。前稿「Ｉ．コンクリートの強度性状に及ぼす影響」[1)] では，（その１）剥離剤がフレッシュコンクリートに練り込まれた時の影響，および，（その２）剥離剤がフレッシュコンクリートに含浸･浸透した時の影響，を報告した。本稿「II．鉄筋の付着性能に及ぼす影響」では，（その３）剥離剤が（異形）鉄筋に付着した時の付着強度への影響，および，（その４）丸鋼と異形鉄筋における付着強度の比較，について報告する。

その３．剥離剤が（異形）鉄筋に付着した時の付着強度への影響

１．目的

異形鉄筋の付着性能に及ぼす剥離剤による油滴等の影響を実験的に比較検討することである。

２．実験計画及び方法

１）コンクリート付着試験用供試体

土木の曲げ強度試験用型枠（150×150×530 mm）を使用した。

①鉄筋は異形棒鋼（D 19，L＝525 mm）を使用し，両端はベニア板（t＝9 mm）にて固定した。

②コンクリート供試体は，150×150×150 mm とした。

③鉄筋固定台は突っ張り棒（木製）でコンクリートの鉛直・鉄筋の水平を固定した。

④養生は，コンクリート打込み後上面をサランラップで封緘(乾燥防止)し，脱型後はビニールで巻いて封緘した。使用した生コンは，その１，その２と同じである。

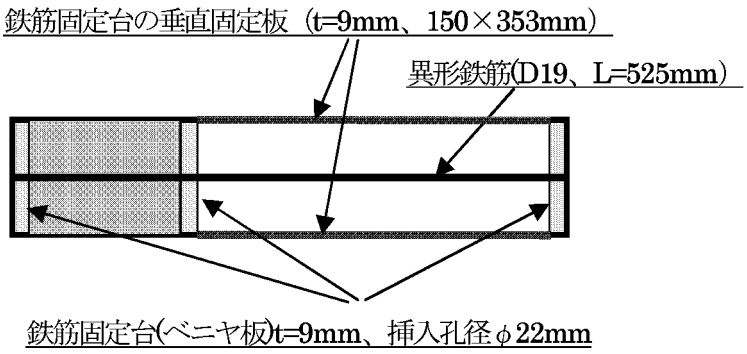

図１．供試体平面図

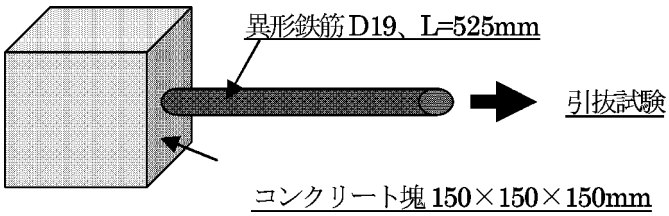

図２．引抜試験概要図

２）鉄筋の付着引張試験の方法

最大能力 500 KN の引張試験機を使用し，最大引張荷重から付着力を算出した。

鉄筋のコンクリートへの付着強度は，下式による。

付着強度（N/mm²）＝最大引張荷重（N）/（鉄筋の公称周長（60 mm）×長さ（150 mm））

剥離剤の鉄筋への塗布状況は表１のとおり，無処理（No.A），鉄筋の上半分塗布（No.B），鉄筋の全面塗布（No.C），鉄筋の全面グリス塗り（No.D）の 4 種類とした。

試験体 No.B（上半分塗布）は，予め鉄筋の下半分をビニールテープでシールし，コンクリート打込み直前に剥離剤を刷毛で塗り，その後ビニールテープをはがして型枠に剥離剤面を上側にセットし，コンクリートを充填した。

試験体 No.C（前面塗布）は，コンクリート打込み直前に鉄筋の上面と下面の全面に剥離剤を刷毛で塗り，その後型枠にこの鉄筋をセットし，コンクリートを充填した。

試験体 No.D（グリス全面）は，コンクリート打込み直前に鉄筋の上面と下面の全面にグリスを薄く刷毛で塗り，型枠にこの鉄筋をセットし，コンクリートを充填した。

剥離剤はその１，その 2 で使用した潤滑油系の液体である。主成分は潤滑油（90%以上）であり，密度 0.86，茶褐色の液体である。

鉄筋の引張試験は，材齢 4 週と 13 週の 2 材齢とし，試験体数はバラツキを考慮して 1 回 5 体と

表１． 付着試験用供試体一覧

No.	剥離剤の状態	試験材齢	試験体数
A	無処理	4 週・13 週（15 □×15 cm）	5 体× 2 材齢
B	上半分塗布	4 週・13 週（15 □×15 cm）	5 体× 2 材齢
C	全面塗布	4 週・13 週（15 □×15 cm）	5 体× 2 材齢
D	グリス全面	4 週・13 週（15 □×15 cm）	5 体× 2 材齢
		計	40 体

表２． コンクリート強度確認用供試体一覧

No.	コンクリート強度	試験材齢	本数
E	圧縮強度（水中養生）	4 週・13 週（100 ϕ×200 mm）	3 本× 2 材齢
F	引張強度（封緘養生）	4 週・13 週（100 ϕ×200 mm）	3 本× 2 材齢

した。

生コンクリートの発注強度は 24-18-25 N とした。コンクリートの締固めは，棒状バイブレーターを使用して一層詰めとし，コンクリート表面をコテで均した。

鉄筋の付着引張試験用供試体の養生は材齢 1 日に脱型し，ビニール袋に入れ周囲をビニールテープで巻き密着させ，封緘養生とした。

コンクリート強度は，表 2 のとおり圧縮強度（水中養生）と引張強度（封緘養生）の 2 種類について，試験材齢は 4 週と 13 週とした。

３．実験結果及び考察

図 3 に 4 週の付着強度試験結果，図 4 に 13 週の付着強度試験結果を示す。A 無処理の付着強度を 100 とした場合，B，C，D の強度比は表 3 のようになる。試験体 5 本ごとの標準偏差と変動

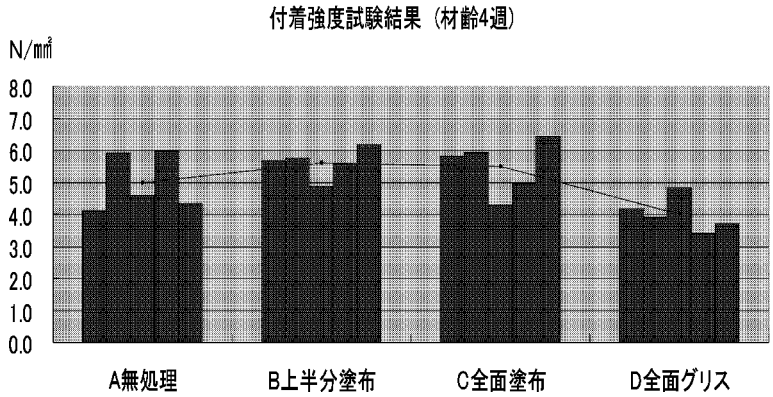

図３． 付着強度試験結果（材齢 4 週）

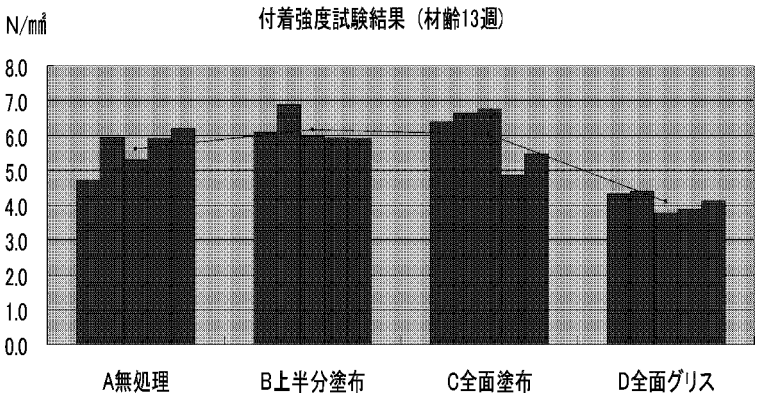

図 4．付着強度試験結果（材齢 13 週）

係数を表 4 に示す。

コンクリートの強度試験結果を表 5 に示す。

鉄筋のコンクリートへの付着強度は，材齢 4 週および材齢 13 週のいずれにおいても，下記の順になった。

上半分塗布＞全面塗布＞無処理＞全面グリス

無処理の付着強度を 100 とした場合，上半分塗布した場合も全面塗布した場合も 10%前後付着強度は高くなっている。よって，異形棒鋼の場合，鉄筋表面に剥離剤の油滴が付着した程度では，付着性能は低下しないと考えられる。

これは，異形鉄筋の節の効果による物理的な付着力によるものと考えられる。グリスについて

表 3．付着強度比

材齢	A 無処理	B 上半分塗布	C 全面塗布	D 全面グリス
4 週	100 (4.99 N/mm²)	112.5 (5.61 N/mm²)	110.0 (5.49 N/mm²)	80.5 (4.01 N/mm²)
13 週	100 (5.62 N/mm²)	109.7 (6.16 N/mm²)	107.2 (6.02 N/mm²)	72.9 (4.10 N/mm²)

表 4．試験体 5 本の付着強度の標準偏差と変動係数

	無処理	上半分塗布	全面塗布	全面グリス
4 週	0.800 N/mm² (0.160)	0.424 N/mm² (0.076)	0.765 N/mm² (0.139)	0.484 N/mm² (0.121)
13 週	0.546 N/mm² (0.097)	0.362 N/mm² (0.059)	0.734 N/mm² (0.122)	0.235 N/mm² (0.057)

表５．コンクリートの強度試験結果

	材齢４週		材齢 13 週	
圧縮強度 （水中養生）	30.0 N/mm²	100%	31.9 N/mm²	106%
引張強度 （封緘養生）	1.41 N/mm²	100%	1.61 N/mm²	114%

は膜厚があり，節間を埋めてしまうことから，節の効果が発揮されず付着強度は 20～30%程度低下している。

その４．丸鋼と異形鉄筋における付着強度の比較

１．本研究の目的

鉄筋の付着性能に及ぼす剥離剤による油滴等の影響を実験的に比較検討する。ここでは，鉄筋の付着性状に及ぼす丸鋼の場合の影響と異形鉄筋の場合の影響を比較検討した。

２．実験計画及び方法

１）コンクリート付着試験用供試体

土木曲げ強度試験用型枠（150×150×530 mm）を使用。

①鉄筋は丸鋼（ϕ 19，L＝525 mm）と異形棒鋼（D 19，L＝525 mm）を使用し両端は鉄板（t＝2.3 mm）で固定した。

②コンクリート供試体は，150×150×150 mm とし，スパイラルフープを埋設した。

③鉄筋固定台は鉄製スペーサーでコンクリートの鉛直・鉄筋の水平を固定した。

④養生は，コンクリート打込み後上面をサランラップ及びビニールシートで封緘(乾燥防止)し，脱型後もビニールを巻いて封緘した。コンクリートは，その１～３と同等強度の生コン（24-18-20 N）である。

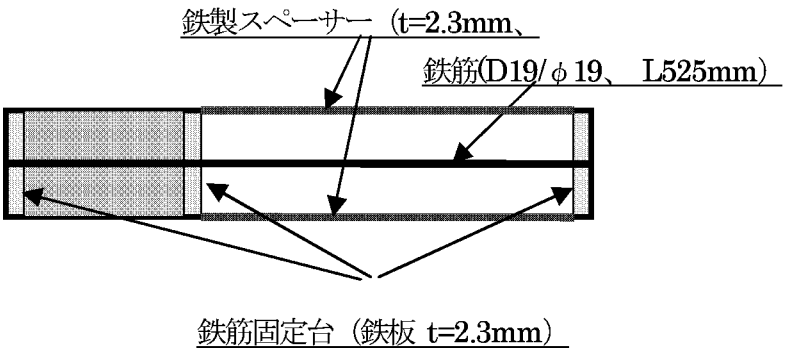

図１．供試体平面図

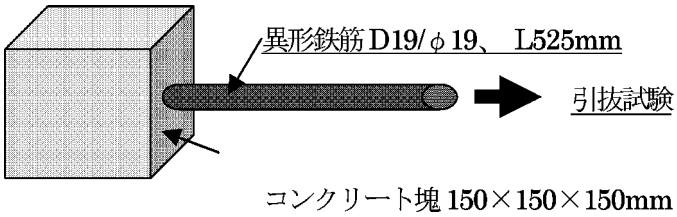

図２．引抜試験概要図

２）鉄筋の付着引張試験の方法

最大能力 500 KN の引張試験機を使用し，最大引張荷重から鉄筋のコンクリートへの付着強度を算出した。

付着強度（N/mm²）＝最大引張荷重（N）/鉄筋表面積（mm²）

ここで，鉄筋表面積は公称直径から算出した

剥離剤の鉄筋への塗布状況は表１のとおり，異形鉄筋・鉄筋全面油滴（No.1），丸鋼・鉄筋全面油滴（No.2），異形鉄筋・油滴なし（No.3），丸鋼・油滴なし（No.4）の 4 種類とした。

試験体 No.1 と No.2（全面油滴）は，コンクリート打ち込み直前に鉄筋の全面に剥離剤を刷毛塗りした。

試験体 No.3 と No.4（油滴なし）は，鉄筋に油を付けないように注意して型枠に設置しコンクリートを充填した。

剥離剤は，これまで使用した潤滑油を基剤とする液体であり，主成分は潤滑油(90%以上)，密度 0.86，茶褐色の液体である。

鉄筋の引張試験は，材齢 4 週と 13 週の 2 材齢とし，試験体数はバラツキを考慮して 1 回 5 体とした。生コンクリートの発注強度は 24-18-20 N とした。コンクリートの締固めは，棒状バイブレーターを使用して一層詰めとし，コンクリート表面をコテで均した。

鉄筋の付着引張試験用供試体の養生は，材齢 1 日に脱型し，ビニール袋に入れ周囲をビニールテープで巻き密着させ，封緘養生とした。

コンクリート強度は，表 2 のとおり圧縮強度（20°C水中養生，封緘養生）と引張強度（20°C水

表１．付着試験用供試体一覧

No.	剥離剤の状態	試験材齢	試験体数
1	異形鉄筋・全面油滴	4 週・13 週（15 □×15 cm）	5 体× 2 材齢
2	丸鋼・全面油滴	4 週・13 週（15 □×15 cm）	5 体× 2 材齢
3	異形棒鋼・油滴なし	4 週・13 週（15 □×15 cm）	5 体× 2 材齢
4	丸鋼・油滴なし	4 週・13 週（15 □×15 cm）	5 体× 2 材齢
			計 40 体

表２．コンクリート強度確認用供試体一覧

No.	コンクリート強度	試験材齢	本数
５・１	圧縮強度（水中養生）	４週・13 週（φ 100×200 mm）	３本×２材齢
５・２	引張強度（水中養生）	４週・13 週（φ 100×200 mm）	３本×２材齢
５・３	圧縮強度（封緘養生）	４週・13 週（φ 100×200 mm）	３本×２材齢
５・４	引張強度（封緘養生）	４週・13 週（φ 100×200 mm）	３本×２材齢

中養生，封緘養生）の２種類について，試験材齢は４週と 13 週とした。

３．実験結果

４週の付着強度試験結果を図３に，13 週の付着強度試験結果を図４に，結果のまとめを図５に示す。異形鉄筋・全面油滴（No.1）および異形鉄筋・油滴なし（No.3）等の付着強度比率を表３に示す。コンクリートの強度試験結果を表４に示す。

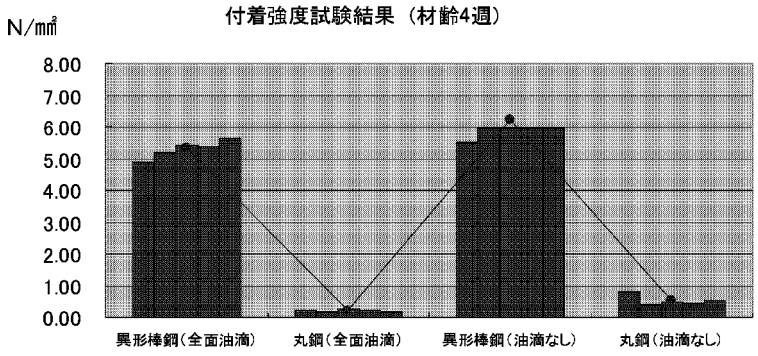

図３．付着強度試験結果（材齢４週）

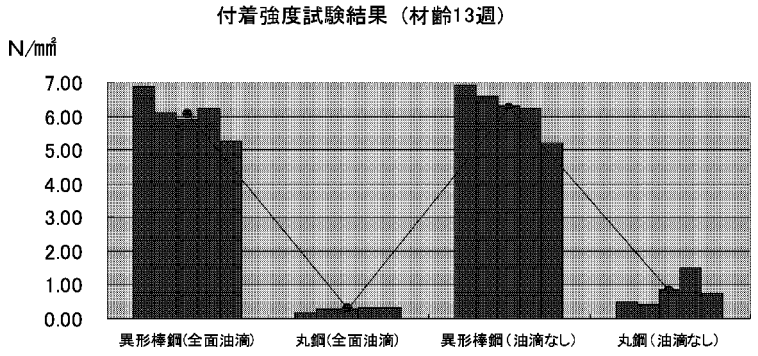

図４．付着強度試験結果（材齢 13 週）

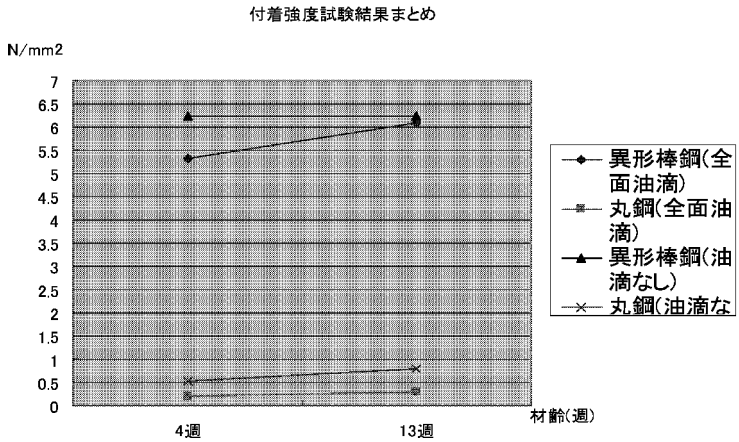

図５．付着強度試験結果（まとめ）

表３．付着強度（括弧）と比率%

材齢	No.1 異形鉄筋 全面油滴	No.2 丸鋼 全面油滴	No.3 異形棒鋼 油滴なし	No.4 丸鋼 油滴なし
4 週	(5.32 N/mm²) 85.3%	(0.22 N/mm²) 3.5%	(6.24 N/mm²) 100%	(0.53 N/mm²) 8.5%
13 週	(6.08 N/mm²) 97.3%	(0.28 N/mm²) 4.5%	(6.25 N/mm²) 100%	(0.80 N/mm²) 12.8%

荷卸時（８月７日）：スランプ 16.5 cm，空気量 3.6%，26°C

表４．コンクリートの強度試験結果

	材齢 4 週		材齢 13 週	
５・１圧縮強度 (水中養生)	22.5 N/mm²	100 %	27.9 N/mm²	124 %
５・２引張強度 (水中養生)	2.54 N/mm²	100 %	2.56 N/mm²	101 %
５・３圧縮強度 (封緘養生)	22.5 N/mm²	100 %	27.4 N/mm²	122 %
５・４引張強度 (封緘養生)	1.97 N/mm²	100 %	2.03 N/mm²	103 %

４．結果及び考察

鉄筋のコンクリートへの付着強度は，材齢 4 週から材齢 13 週にかけて，いずれの条件の鉄筋でも付着強度が増加している。全般的に異形棒鋼の方が丸鋼に比べ付着強度が大きい（全面油滴の異形棒鋼 No.1 は油滴なしの丸鋼 No.4 の約 8 ～10 倍大きい)。

異形鉄筋･油滴なし（No.3）の付着強度を 100 とした時，同じ異形鉄筋で全面油滴（No.1）の

付着強度は，材齢 4 週が 85.3%，材齢 13 週が 97.3%であった。このことから，異形鉄筋に対する油滴の影響は，ほとんど無いことがわかった。

本研究のまとめ

今回の実験から得られた結論は次のとおりである。

①剥離剤がコンクリートに練り込まれる条件では，空気が連行される影響で，強度及び単位容積質量が低下する傾向がある。

②剥離剤がコンクリートに含浸する条件では，強度に及ぼす影響はみられない。

③剥離剤が異形鉄筋に付着したコンクリートの付着強度は低下しない。

④剥離剤が丸鋼に付着した場合，油滴付着の無い場合の付着強度が低いため大きな差はみられなかった。

〔参考文献〕

1）杉山雅：コンクリートの物理性状に及ぼす型枠剥離剤の影響に関する基礎的検討（Ⅰ．鉄筋の付着性能に及ぼす影響），北海学園大学学園論集，第 148 号，2011 年 6 月

2）杉山雅，他 2：コンクリートの強度特性に及ぼす剥離剤の影響に関する基礎的研究（その 1．剥離剤が混入したコンクリートの強度性状に関する実験），2008 日本建築学会学術講演梗概集

3）杉山雅，他 2：コンクリートの強度特性に及ぼす剥離剤の影響に関する基礎的研究（その 2．剥離剤が付着したコンクリートの強度性状に関する実験），2008 日本建築学会学術講演梗概集

4）杉山雅，他 2：コンクリートの強度特性に及ぼす剥離剤の影響に関する基礎的研究（その 3．剥離剤が付着した鉄筋の付着性能に関する実験），2008 日本建築学会学術講演梗概集

5）杉山雅，他 2：コンクリートの強度特性に及ぼす剥離剤の影響に関する基礎的研究（その 4．剥離剤が付着した丸鋼と異形棒鋼の付着性状に関する実験），2009 日本建築学会学術講演梗概集