論文　コンクリートの打継目の付着強度に打継面の処理方法が与える影響

藤井　隆史[*1]・安藤　尚[*2]・山内　勇[*3]・綾野　克紀[*4]

要旨：本研究は，コンクリートの打継目の付着強度に与える打継面処理の影響について，検討を行ったものである。脆弱部のない母材コンクリートに対して水平面に打ち継ぐ場合には，余分な水分が無い状態で打ち込むことで，付着力が大きくなる。鉛直面に打ち継ぐ場合，目荒しを行わない打継面では，高い位置ほど付着が弱くなる。目荒しを行うことで，上下の差が小さい打継目になる。けい酸塩系表面含浸材を打継面に用いる場合，打込みまでの適切な時期に塗布すれば，打継目の付着が大きくなるが，塗布から打継ぎまでに長い時間が経過すると，付着を阻害する恐れがある。

キーワード：打継目，打継面処理，付着強度，目荒し，けい酸塩系表面含浸材

1. はじめに

コンクリートの打継目は，適切な施工がされず付着が不十分な場合には，構造物の弱点となる。コンクリートを打ち継ぐ場合には，既に打ち込まれたコンクリート（以下，母材コンクリート）の表面のレイタンス，品質の悪いコンクリート，緩んだ骨材等を，高圧洗浄やチッピングで完全に取り除き，コンクリート表面を粗にした状態で吸水させた後に新しいコンクリートを打ち込む必要がある [1)]。打継面の付着を確実にするために，母材コンクリートを打ち込んだ直後に打継面に凝結遅延剤を散布し，表面の凝結を遅らせることで目荒しをしやすくする方法や，打ち継ぐコンクリート（以下，打継コンクリート）を打ち込む前に打継面にモルタルを敷く方法，ポリマーを主成分とする打継目処理剤を塗布する方法 [2)]などがある。しかし，実際の現場では，型枠や配筋の条件によっては，十分な打継面の処理が行えない場合がある。

本研究では，コンクリートの打継目の付着強度に与える打継面処理の方法の影響について検討を行ったものである。打継面の目荒しの有無の影響，打継面への散水や薬剤塗布の影響を，水平打継ぎと鉛直打継ぎの試験体を作製し，検討を行った。

2. 実験概要

2.1 実験要因

表－1 に本実験で検討した打継対象となる母材コンクリートの要因を示す。打継面の目荒しは，型枠面をそのまま用いる目荒しなしと，型枠面にチッピングを行った後に，高圧洗浄を行った目荒しありの 2 種類とした。打継目の方向は，水平な母材の上側に打ち継ぐ水平打継目と，鉛直な母材の側面に打ち継ぐ鉛直打継目の 2 種類とした。**表－2** に本実験で検討した打継面処理の要因を示す。打継面の処理は，養生直後の表面が白くなった乾燥状態の打継面に対して何も施さない処理なし，打継ぎの直前に打継面全体が濡れ色になる程度に散水を行うもの，アクリル系ポリマーエマルジョン系打継目処理剤（以下，エマルジョン処理剤）を塗布するものおよびけい酸塩系表面含浸材（以下，けい酸塩含浸材）を塗布するものとした。また，けい酸塩含浸材の塗布は，打継ぎの直前に加え，1 週前および 4 週前に塗布したものも実験を行った。実験は，打継面の目荒し 2 種類，打継目の方向 2 種類，打継面処理で 6 種類の計 24 種類の要因で行った。

2.2 試験方法

(1) 母材コンクリートの打込みと打継面

図－1 に，供試体作製の概要を示す。母材コンクリートは，表面塗装されたコンクリート型枠用合板で作製した幅 450mm，長さ 900mm，高さ 100mm の型枠に打ち込

表－1　母材コンクリートの実験要因

打継目の方向	打継面の目荒し
水　平	な　し
	あ　り
鉛　直	な　し
	あ　り

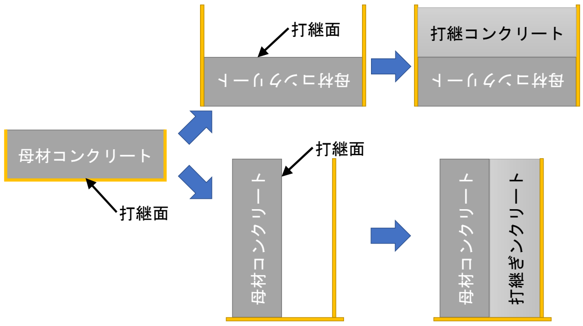
表－2　打継面処理の実験要因

方　法	処理から打込みまでの時間
処理なし	―
散　水	直　前
エマルジョン処理剤塗布	直　前
けい酸塩含浸材塗布	直　前
	1 週前
	4 週前

*1 岡山大学　学術研究院環境生命自然科学学域准教授　博(工)　(正会員)
*2 （株）アストン　代表取締役　(正会員)
*3 （株）山内工業　代表取締役　(正会員)
*4 岡山大学　学術研究院環境生命自然科学学域教授　博(工)　(正会員)

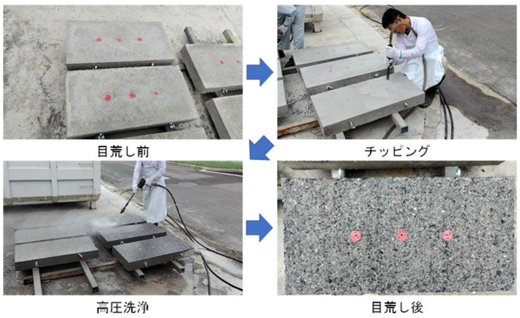
表－3　コンクリートの配合

Gmax (mm)	スランプ (cm)	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量（kg/m³）				混和剤（C×%）	
					W	C	S	G	AE 減水剤	AE 助剤
20	12	56	4.5	45.9	174	311	811	1,012	0.65	0.002



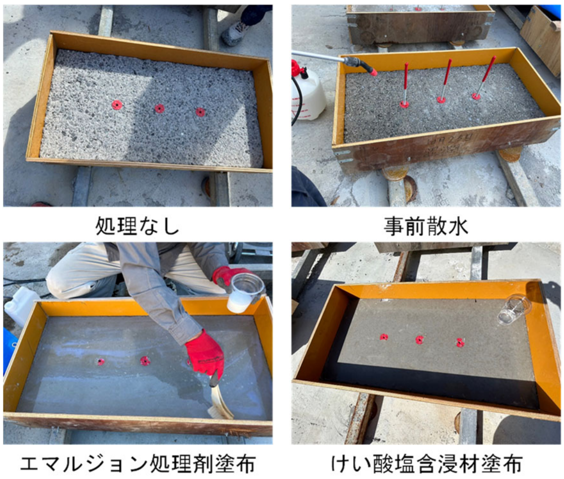
図－1　供試体作製の概要

図－2　打継面の状態（目荒しなし）

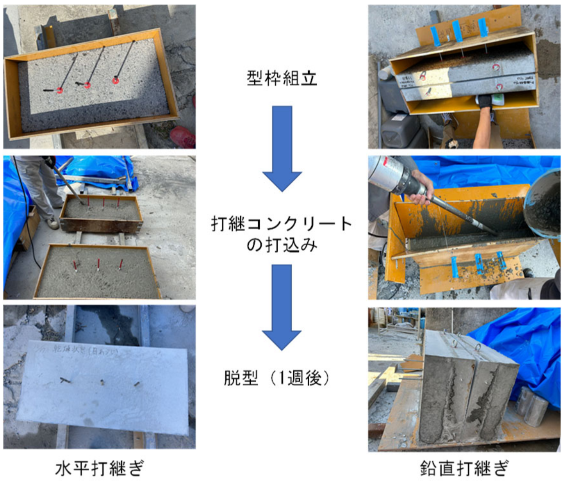


図－3　目荒しの状況

図－4　打継面の状態（目荒しあり）



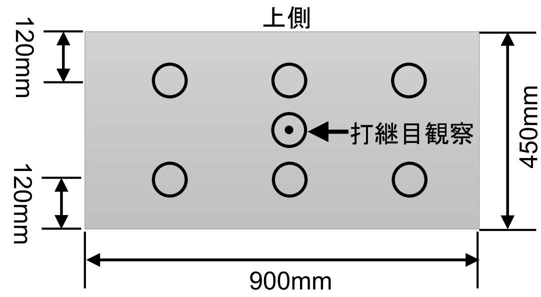
図－5　打継面処理の状況



図－6　打継コンクリートの打込みおよび脱型

み作製した。離型剤は，用いていない。コンクリートの配合を**表－3** に示す。セメントは普通ポルトランドセメント（密度：3.15g/cm³，ブレーン値：3,350cm²/g），細骨材および粗骨材は，それぞれ，硬質砂岩砕砂（表乾密度：2.59g/cm³，吸水率：1.98%，粗粒率：2.95）および硬質砂岩砕石（表乾密度：2.74g/cm³，吸水率：0.65%）を用いた。混和剤は，AE 減水剤および AE 助剤を使用し，スランプおよび空気量が，それぞれ，12±2.5cm および 4.5±1.5% になるように添加した。

母材コンクリートは，打込みから 2 日後に脱型した。打継面の品質を一定にするために，母材コンクリートの打込み時の底面を打継面とした。母材コンクリートの目荒しなしの状態を**図－2** に示す。目荒しを行うものは，脱型直後に**図－3** に示すように，ニードルスケーラーを用い，表面に骨材が見える程度までチッピングを行った後，高圧洗浄を行った。目荒しありの打継面の状態を**図－4** に示す。なお，目荒しなしの母材コンクリートも，含水状態の条件を同程度とするために，水洗いのみ行った。目荒し，もしくは水洗い後は，打継面への薬剤の塗布および打継コンクリートの打込みまで，風雨や直射日



図－7　鉛直打継ぎの引張試験の実施位置

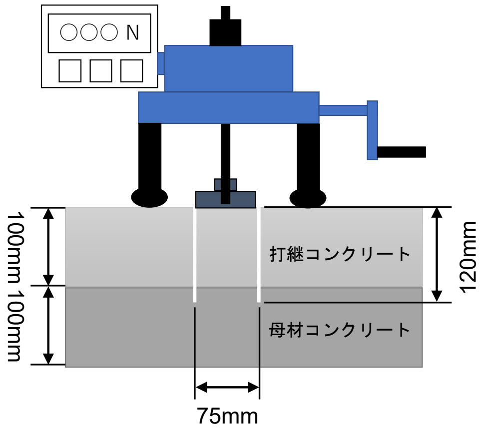
光を避けるためにポリプロピレン製シートで覆って屋外で養生を行った。

(2) 打継面処理と打継コンクリートの打込み

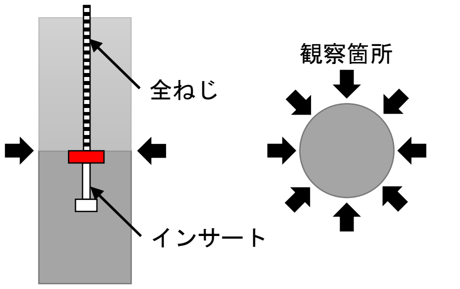
打継面処理および打継コンクリートの打込みは，母材コンクリートの材齢が 5 週以上 10 週以内で行った。**図－5** に打継面処理の状況を示す。打継ぎ時に散水を行うものは，打継コンクリートの打込みの 30 分前に，打継面全体が十分に濡れ色になるように散水を行った後，打継面に浮き水がないことを確認して打ち込んだ。エマルジョン処理剤は，打継コンクリートの打込みの 30 分前に 150g/m^2 を打継面に刷毛で塗布した。けい酸塩含浸材は，200g/m^2 を打継面に刷毛で塗布した。直前に塗布する場合は，打継コンクリートの打込みの 30 分前にけい酸塩含浸材を刷毛で塗布し，含浸を促進させるために散水処理と同程度の水を散水した。1 週前および 4 週前に塗布する場合は，けい酸塩含浸材を塗布した後，ポリプロピレン製シートで覆った状態で養生を行い，打継コンクリートを打ち込む 30 分前に，散水処理と同様に，霧吹きで打継面全体が濡れ色になる程度に散水して，浮き水が無いことを確認した後に打継コンクリートを打ち込んだ。**図－6** に示すように，打継面処理の後，型枠を組み立て，母材コンクリートと同じ**表－3** に示す配合のコンクリートを打ち込んだ。打継コンクリートの打込みから 1 週後に型枠を外し，ポリプロピレン製シートで覆った状態で養生を行った。

(3) 引張試験

引張試験を行うための削孔は，打継コンクリートの材齢が 3 週以上経った後に，内径が 75mm の湿式コアカッターを用いて，深さ 120mm まで行った。水平打継ぎでは，事前の実験で位置による引張強度の差は小さかったため，周囲の型枠から 80mm 以上離れた箇所で 1 ヶ所を削孔した。鉛直打継ぎで引張試験を実施した位置を**図－7** に示す。鉛直打継ぎでは，打継部の上下の差を確認するために，打込み側の上面および下面から 120mm の位置で各 3 ヶ所，試験を行った。引張試験の詳細を**図－8** に示す。コアカッターによる削孔後，削孔粉を水で洗い流し，表面を乾燥させた後に，エポキシ樹脂の接着剤を



図－8　引張試験の詳細



図－9　打継目観察試験体の詳細と観察位置

用いて引張治具を貼り付けた。引張試験は，打継コンクリートが材齢 4 週に達した後に，接着力試験機（容量：20kN）を用いて行った。

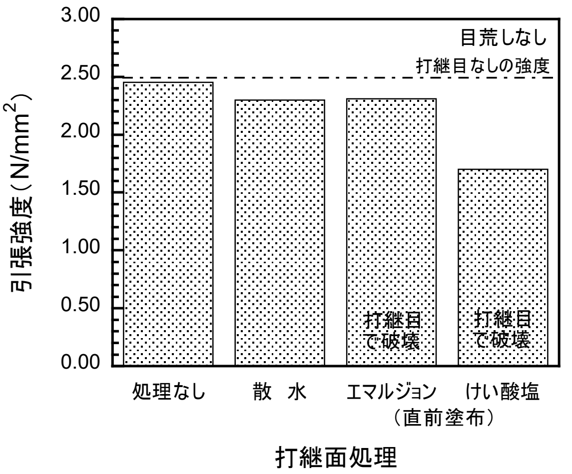
(4) 打継目の観察

鉛直打継ぎでは，打継目の観察を行った。**図－9** に打継目観察試験体の詳細と観察位置を示す。観察用の試験体は，母材コンクリートおよび打継コンクリートにインサートおよび全ねじをコンクリート打込み時に埋め込み，母材コンクリートと打継コンクリートが付着していない場合でも分離しないようにした。採取箇所は，**図－7** に示す試験体中央の位置で，湿式コアカッターを用いて貫通したコア試験体を採取した。採取したコアの打継目を 8 カ所からマイクロスコープで観察した。

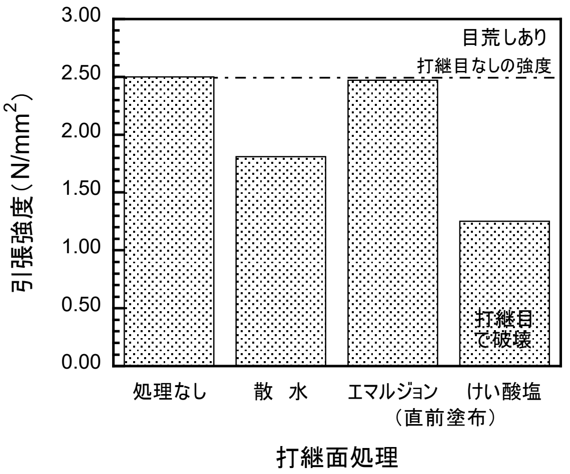
3. 実験結果および考察

3.1 水平打継目の付着力

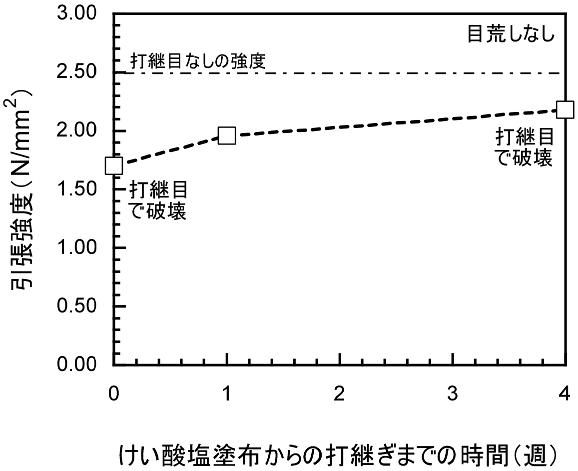
図－10 は，目荒しなしの打継面に打継面処理を行った後にコンクリートを打ち継いだものの引張強度を示したものである。図中の一点鎖線は，コアの削孔深さを 30mm として，打継コンクリートのみで引張試験を行った場合の引張強度の 2.49N/mm^2 を示している。目荒しなしの水平打継目では，エマルジョン処理剤を塗布したものと，けい酸塩含浸材を塗布したものが打継目で破断した。しかし，エマルジョンを塗布したものは，母材が破断した処理を行わなかったものや散水を行ったものと同程度の引張強度が得られている。



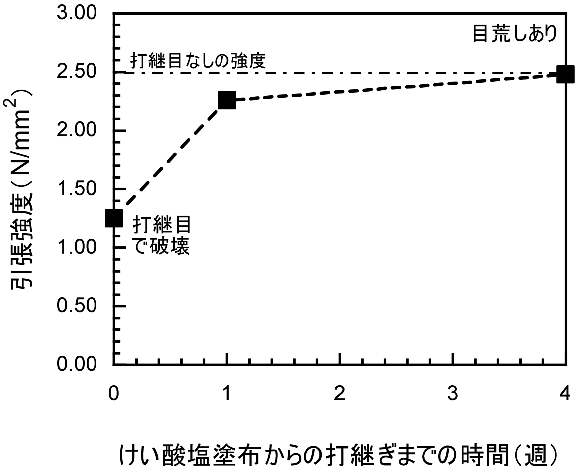
図－10　水平打継目の付着強度（目荒しなし）



図－11　水平打継目の付着強度（目荒しあり）



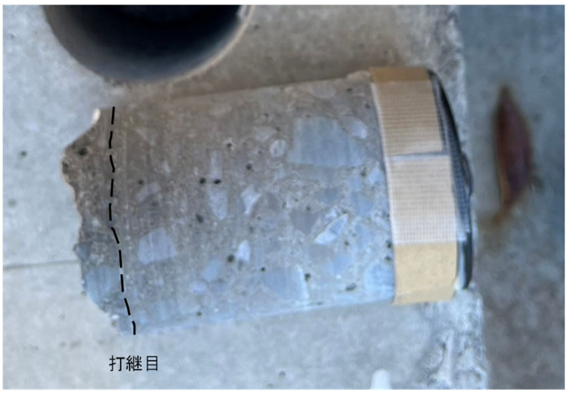
図－12　けい酸塩塗布から打継ぎまでの時間と水平打継目の付着強度の関係（目荒しなし）



図－13　けい酸塩塗布から打継ぎまでの時間と水平打継目の付着強度の関係（目荒しあり）

図－11 は，目荒しありの打継面に打継面処理を行った後にコンクリートを打ち継いだものの引張強度を示したものである。目荒しを行った場合においても，けい酸塩含浸材を塗布したものは打継目で破断した。母材を目荒しした場合には,エマルジョン処理剤を塗布したものも，処理を行っていないものおよび散水を行ったものと同様に，母材で破断した。けい酸塩含浸材の塗布では，打継面を湿らせた後にけい酸塩含浸材を塗布し，さらに含浸させるために水が散布されている。打継コンクリートの打込みの直前にけい酸塩含浸材を塗布した場合には，散水のみを行った場合よりも打継面に水分が多く存在したことで，接着が阻害されて引張強度が低下したと考えられる。過剰な水分が打継目の付着を阻害する影響は，打継面を目荒しすることにより付着力を高める効果よりも大きいと言える。

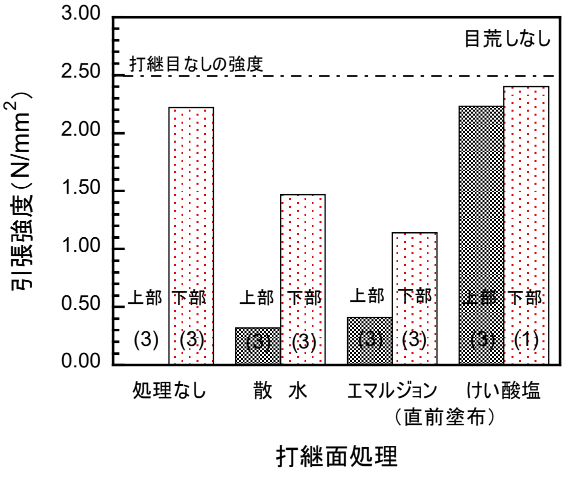
図－12 および **図－13** は，それぞれ，目荒しなしおよび目荒しありの水平打継面に，けい酸塩含浸材を塗布してから打継ぎまでの時間と引張強度の関係を示したものである。目荒しの有無によらず，水平打継ぎでは，塗布



図－14　母材コンクリートで破壊した例

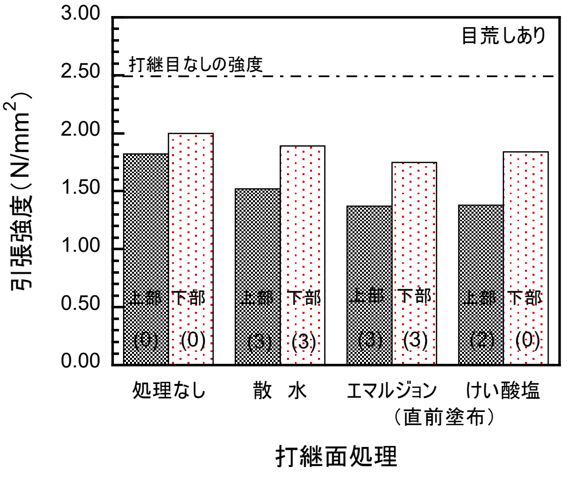
から打継ぎまでの時間が長くなるほど，引張強度は大きくなっている。けい酸塩含浸材を塗布してから時間が経過することで，余分な水分がなくなり，付着強度が大きくなったものと考えられる。

本実験で行った水平打継ぎのうち，打継目で破壊したものは 12 試験体中 4 試験体で，そのほかの 8 試験体は，**図－14** に示すような母材コンクリートまたは打継コンクリートのいずれかが破断した。本実験では，母材コン



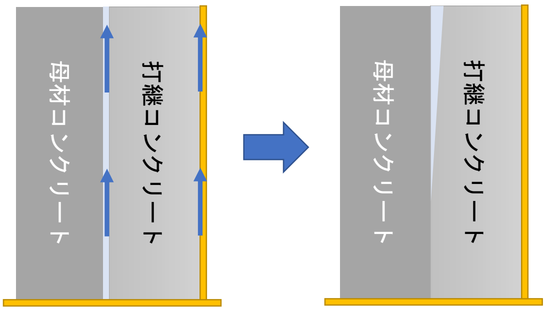
※():打継目で破壊した個数

図－15　鉛直打継目の付着強度（目荒しなし）

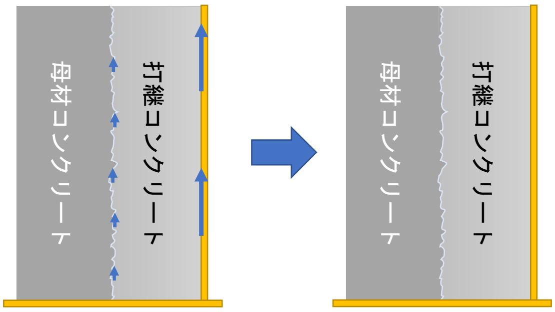


※():打継目で破壊した個数

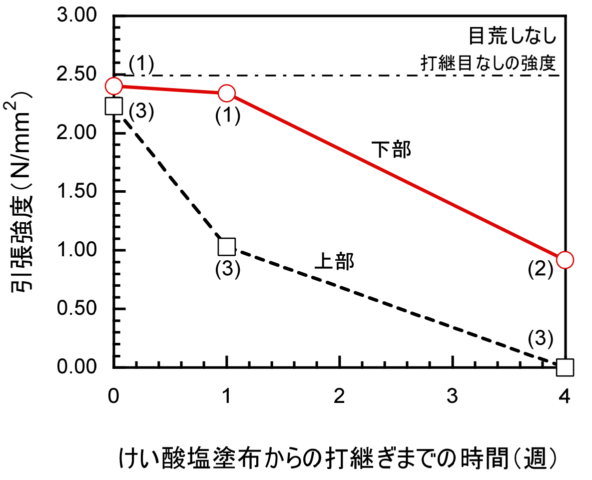
図－16　鉛直打継目の付着強度（目荒しあり）



図－17　目荒しなしの打継目での水の模式図

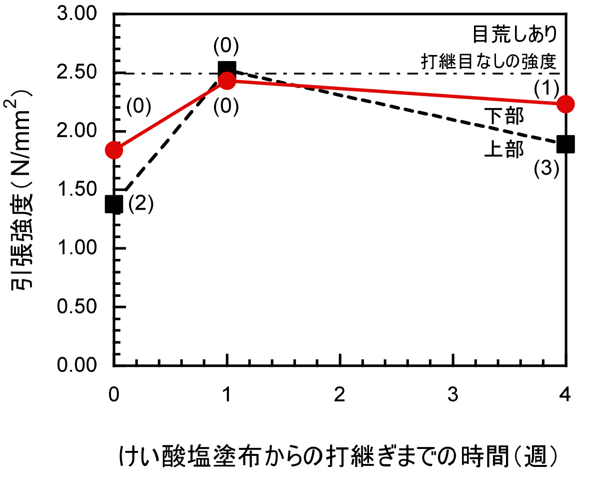


図－18　目荒しありの打継目での水の模式図



※():打継目で破壊した個数

図－19　けい酸塩塗布から打継ぎまでの時間と鉛直打継目の付着強度の関係（目荒しなし）



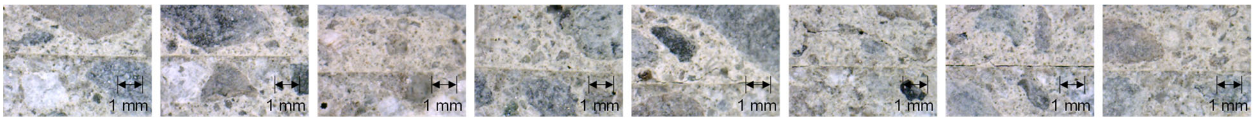
※():打継目で破壊した個数

図－20　けい酸塩塗布から打継ぎまでの時間と鉛直打継目の付着強度の関係（目荒しあり）

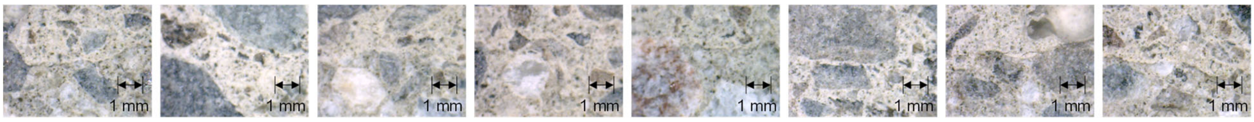
クリートの打継面には打込み時の底面を使用しているために，レイタンスによる脆弱な部分が存在していない。脆弱な部分が存在せず，密実な打継面であれば，余分な水分の無い方が，優れた打継目になると思われる。

3.2 鉛直打継目の付着力

図－15 および図－16 は，それぞれ，目荒しなしおよび目荒しありの打継面に打継面処理の処理方法が打継面の引張強度に与える影響を示したものである。目荒しなしの場合，打継面の上部は，打継面の処理方法に関係なく，全て打継目で破断した。とくに，処理なしで打継ぎを行ったものは，削孔時に打継面がはく離した。目荒しなしの下部においては，けい酸塩含浸材を直前に塗布したもの以外は，全て打継目で破断した。けい酸塩含浸材を直前に塗布したものにも打継目で破断しているものがあるが，その引張強度は，上部および下部のいずれであっても，打継目のない引張強度の 9 割程度の値が得られ

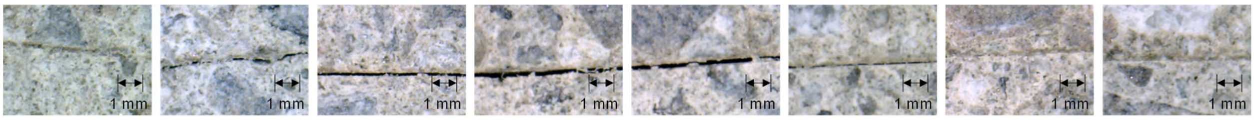


(a)目荒しなし

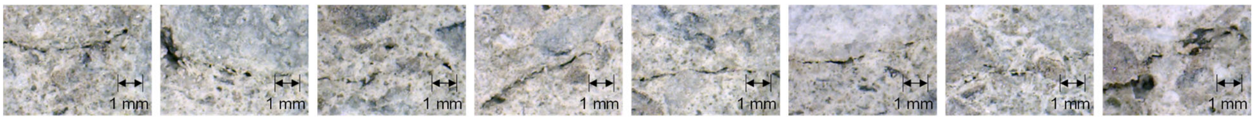


(b)目荒しあり

図－21　打継目の状況（けい酸塩含浸材を直前に塗布したもの）



(a)目荒しなし



(b)目荒しあり

図－22　打継目の状況（けい酸塩含浸材を 4 週前に塗布したもの）

ている。これに対して，目荒しありの場合では，全ての打継面の処理方法において，上部と下部における引張強度の差が小さくなっている。ただし，目荒しありの場合には，打継目のない場合と比べて，7～8 割程度の引張強度になっている。

打継コンクリートの打込みから 4 時間程度経過すると，コンクリート表面には厚さ 1mm 程度ブリーディングが生じていた。目荒しなしの打継面では，**図－17** に示すように，打継面を伝って上部に移動するブリーディング水の影響により，上部の付着強度が小さくなったものと考えられる。これに対して，目荒しありの打継面では，**図－18** に示すように，目荒しによる凹凸によってブリーディングが上がりにくくなることで，上下の差は小さくなるが，全体的に水が分散するために，水平打継目よりも付着力は弱くなるものと考えられる。

図－19 および **図－20** は，それぞれ，目荒しなしおよび目荒しありの鉛直打継面に対して，けい酸塩含浸材の塗布から打継ぎまでの時間が引張強度に与える影響を示したものである。目荒しありの場合は，けい酸塩含浸材を塗布してから打継ぎまでの経過時間の影響は小さいが，目荒しなしの場合は，けい酸塩含浸材を塗布してから打継ぎまでの経過時間が長くなるほど，付着が弱くなっている。**図－21** に，けい酸塩含浸材を打継ぎの直前に塗布した場合の打継目の状況を示す。目荒しの有無にかかわらず，打継目は完全に密着している。これに対し，打継ぎの 4 週前にけい酸塩含浸材を塗布した場合には，**図－22** に示されるように，全周にわたって空隙が確認される。適切な時期にけい酸塩含浸材を塗布すれば，コンクリートとけい酸塩含浸材との反応により鉛直打継面の付着強度を改善することができるが，けい酸塩含浸材がガラス化するほど時間が経過した後に打ち継いだ場合には，コンクリートの付着を阻害するものと思われる。

4. まとめ

本実験で得られた結果を以下に示す。

- 水平打継ぎの場合，散水や薬剤の塗布で余分な水分が存在した場合に引張強度が小さくなる。
- 目荒しなしで鉛直打継ぎを行うと，上部の付着が弱くなる。
- 目荒しありで鉛直に打ち継ぐと，水平に打ち継ぐ場合よりも付着力は低下するが，上下の差が小さくなる。
- けい酸塩系表面含浸材を打継目に適切な時期に塗布すると付着力が大きくなるが，塗布から打継ぎまでの時間が，けい酸塩系表面含浸材がガラス化するほど長い場合には，コンクリートの付着を阻害する。

参考文献

1) 土木学会：2023 年制定コンクリート標準示方書［施工編］，pp.131-134，2023.9
2) 前中敏伸，門中章二，森田浩，伊藤篤司：超微粒子タイプの樹脂エマルションを水平打継ぎ面処理に用いた検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.23，No.2，pp.1201-1206，2001.6