

技 術 資 料

C S － 2 1

打継ぎ部処理

Version 1.2



目 次

1. CS-21とは	2
2. CS-21の特徴	3
3. CS-21打継ぎ部処理の効果	4
3.1 打継ぎ部処理としての効果確認試験結果	4
3.2 打継ぎ処理方法の違いによる品質・耐久性への影響確認試験	5
(1) 試験概要	5
(2) 試験体概要	5
(3) ①コア供試体による透気試験	6
(4) ②コア供試体による透水試験	6
(5) ③採取コアおよびコア採取後の試験体による透気試験	7
3.3 ④曲げ試験	8
3.4 ⑤鉄筋の引抜き試験	11

1. CS-21とは

CS-21は、写真1・表1に示す液体材料をコンクリート表面から塗布または散布、あるいは注入し、浸透させることで、コンクリートの躯体防水・表面保護・打継ぎ部処理、ひび割れ補修、止水などを行う材料である。



写真1 CS-21 (5kgポリ缶)

表1 CS-21の物性

項目	CS-21
外 観	無色透明液体
主成分	けい酸ナトリウム
比 重（密度 g/cm ³ ）	1.24～1.28
pH値	11.3～12.3
乾燥固形分率（%）	31.5～33.5
粘度（mPa・s）	5.0～15.0

土木学会の「けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案）」では、けい酸塩系表面含浸材を図1のように分類しており、CS-21は、反応型けい酸塩系表面含浸材に該当する。

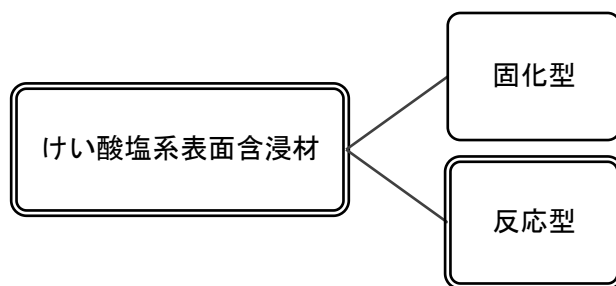


図1 けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案）における種類

本資料では、CS-21シリーズ製品：CS-21による打継ぎ部処理の概要を紹介する。

2. CS-21の特徴

CS-21は、図2に示すように、硬化したコンクリート表面に塗布し浸透(含浸)させることで、乾燥固化物(未反応成分)、およびコンクリート中のカルシウム成分等と反応し生成される安定した反応物(CSH系結晶)により、微細ひび割れ等の空隙を充填する。

浸透後に未反応のまま残った主成分は、乾燥固化後も水分の供給により溶解し安定した反応物(CSH系結晶)を生成して、施工後新たに発生する微細ひび割れ等の空隙を充填する。

これらの反応により、ひび割れ深部を含む表層部の空隙を緻密化して、水や各種劣化因子の侵入(鋼材腐食)を長期にわたり抑制する。

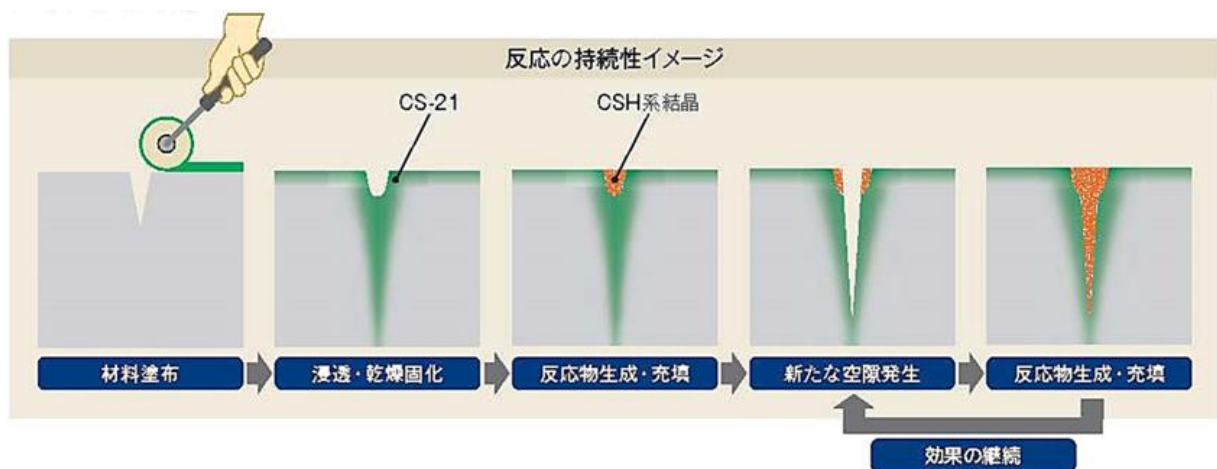


図2 CS-21 概要図

CS-21の特徴

- 空隙の充填率を高めるため、高濃度の材料を希釈せず原液のまま使用
- コンクリート構造物(駐車場・屋上・地下・水槽等)の躯体防水が可能
- 開発1993年、施工実績の追跡調査により15年以上の効果持続性が確認済

打継ぎ部処理としては、写真2・3に示すように、既に打ち込まれたコンクリート打継面にCS-21を散布し、その後、新規コンクリートを打設する手順で、水密性・耐久性が要求される様々なコンクリート構造物に適用*されている。

* CS-21 工法 施工実績表(工法別) 参照



写真2 水平打継ぎ部処理



写真3 鉛直打継ぎ部処理

3. CS－2 1 打継ぎ部処理の効果

3.1 打継ぎ部処理としての効果確認試験結果

CS－2 1 打継ぎ部処理（打継ぎ面処理）の効果確認試験結果を表 2 に示す。

表 2 CS－2 1 打継ぎ部処理の効果確認試験結果

試験項目	試験結果
①コア供試体による透気試験	透気係数比 11%（抑制率 89%）
②コア供試体による透水試験	透水係数比 42%（抑制率 58%）
③コア供試体・試験体の透気試験	全ての測定箇所が、良好な性能範囲（kT1.0 以下）であった。
④曲げ試験	コンクリートの付着を阻害しない結果が得られた。
⑤鉄筋の引抜き試験	鉄筋とコンクリートの付着を阻害しない結果が得られた。

試験の結果、CS－2 1 は、

・コンクリートの打継ぎ面処理材として、既に打ち込まれたコンクリート表面から散布（塗布）後、新規コンクリートを打設することで、打継ぎ界面の空隙発生を抑制して、漏水を防止して水密性を向上させる性能を有すること（水や劣化因子の侵入を抑制して耐久性を向上させる性能を有すること）

・通常の施工において、既に打ち込まれたコンクリートと新規コンクリート、および鉄筋とコンクリートの付着を阻害しないこと

が確認された。

3.2 打継ぎ処理方法の違いによる品質・耐久性への影響確認試験

(1) 試験概要

C S－2 1 打継ぎ部処理による打継目の水密性・耐久性向上効果を確認するため、打継ぎ処理方法の異なるコンクリート試験体（配合 27-8-20 BB, W/C=56.5%, W=167kg/m³）を作製し、透気試験等*を実施した。

*論文「コンクリート打継ぎ部の性能評価に対する透気試験の適用性」, 土木学会 第 67 回年次学術講演会, V-045, 2016
参照：論文中の case 1-4 レイタンス処理＋水和反応活性剤＝C S－2 1 打継ぎ部処理

(2) 試験体概要

試験に使用したコンクリートに関する事項を表 3 に、打継処理方法に関する事項を表 4 に、試験体の概要を図 3 に示す。

表 3 コンクリート試験体に関する事項

セメント種類	高炉セメント B 種
水セメント比	56.5%（単位水量 167kg/m ³ ）

表 4 打継処理方法

case	打継処理方法
1-1	一体コンクリート（打継ぎなし）
1-2	無処理（レイタンス処理をせずに打継ぎ）
1-3	通常処理（レイタンス処理後に打継ぎ）
1-4	C S－2 1 打継ぎ処理（レイタンス処理後、C S－2 1 を塗布し、打継ぎ）
1-5	レイタンス処理後、エポキシ樹脂接着剤を塗布し、打継ぎ
1-6	レイタンス処理後、ポリマーセメントモルタルを塗布し、打継ぎ

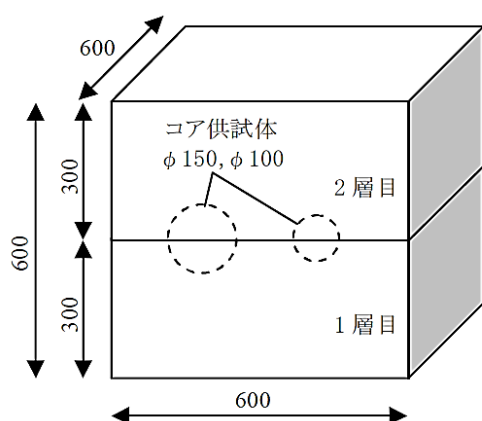


図 3 試験体概要図（単位：mm）

試験体作製手順

- ① 1 層目打設（h 300mm）
- ② 打継処理
- ③ 1 層目打設から 3 日後、2 層目打設（h 300mm）
- ④ 2 層目打設から 2 8 日後、打継ぎ部に対し水平にコア削孔を行い、コア供試体を採取（Φ150mm と Φ100mm の 2 種類）。コア供試体は、材齢 56 日まで温度 20℃、湿度 60% の恒温室に静置。

(3) ①コア供試体による透気試験

打継ぎ部から採取したΦ150mmのコア供試体（2層目の材齢56日）の透気係数（トレント法）の結果を図4・表5に示す。

試験の結果、CS-21打継ぎ処理（case1-4）の透気係数は $0.21 \times 10^{-16} \text{m}^2$ であり、通常処理（レイタンス処理のみ、case1-3）： $1.90 \times 10^{-16} \text{m}^2$ に対し89%抑制する結果となった。

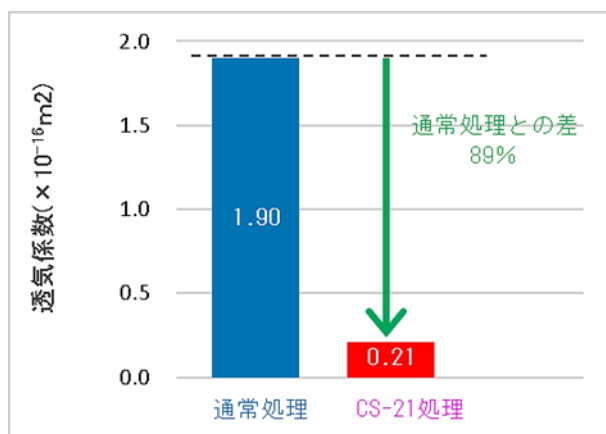


図4 透気試験結果グラフ

表5 透気試験（コア供試体）の結果

処理方法	通常処理 (case1-3)	CS-21処理 (case1-4)
透気係数 k_T ($\times 10^{-16} \text{m}^2$)	1.90	0.21
透気係数比 (%)	—	11.1
抑制率 (%)	—	88.9

(4) ②コア供試体による透水試験

打継ぎ部から採取したΦ150mmのコア供試体（2層目の材齢56日）の透水試験（インプット法）の結果を図5・表6に示す。

試験の結果、CS-21打継ぎ処理（case1-4）の透水係数は $3.92 \times 10^{-13} \text{m/s}$ であり、通常処理（レイタンス処理のみ、case1-3）： $9.28 \times 10^{-13} \text{m/s}$ に対し58%抑制する結果となった。

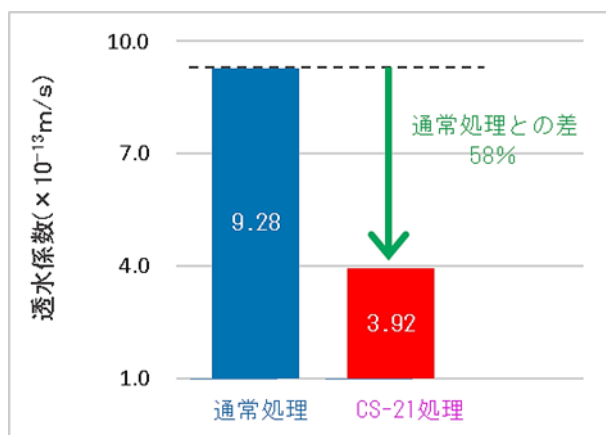


図5 透水試験結果グラフ

表6 透水試験（コア供試体）の結果

処理方法	通常処理 (case1-3)	CS-21処理 (case1-4)
透水係数 k ($\times 10^{-13} \text{m/s}$)	9.28	3.92
透水係数比 (%)	—	42.2
抑制率 (%)	—	57.8

(5) ③採取コアおよびコア採取後の試験体による透気試験

打継処理の種類を表7に、透気試験（採取コアおよびコア採取後の試験体）の結果を図6に示す。

試験の結果、CS-21打継ぎ処理（case1-4）の透気係数は、すべての測定箇所で比較的良好な性能であると考えられる $1.0 \times 10^{-16} \text{m}^2$ 以下であり、通常処理・他工法処理に比べ、ばらつきが少なく、安定して気密性が向上する結果が得られた。

この透気係数は、透水係数・中性化速度・引張強度と比較的高い相関性があり、透気係数が低い方が、透気係数が高い場合に比べ、水や炭酸ガスが浸透し難く、打継ぎ面の付着強度が高い傾向がみられた。

この結果から、CS-21打継ぎ処理（コンクリートを打ち継ぐ際に、既に打ち込まれたコンクリート表面にCS-21を塗布・散布）により、既打設部に発生した沈みひび割れ等の空隙を充填して表層部を緻密化し、新規コンクリートの付着力を有効に発揮させ、かつ、打継ぎ界面の空隙発生を抑制することで、打継ぎのない健全部に比べ、劣化因子の侵入し易い打継ぎ部の耐久性を向上させることが確認された。

表7 打継ぎ処理方法の種類

case	打継ぎ処理方法
1-1	一体コンクリート (打継ぎなし)
1-2	無処理
1-3	通常処理（レタンス処理のみ）
1-4	+水和反応活性剤【CS-21】
1-5	+エポキシ樹脂接着剤
1-6	+ポリマーセメントモルタル

* 1-4～1-6 はレタンス処理に追加

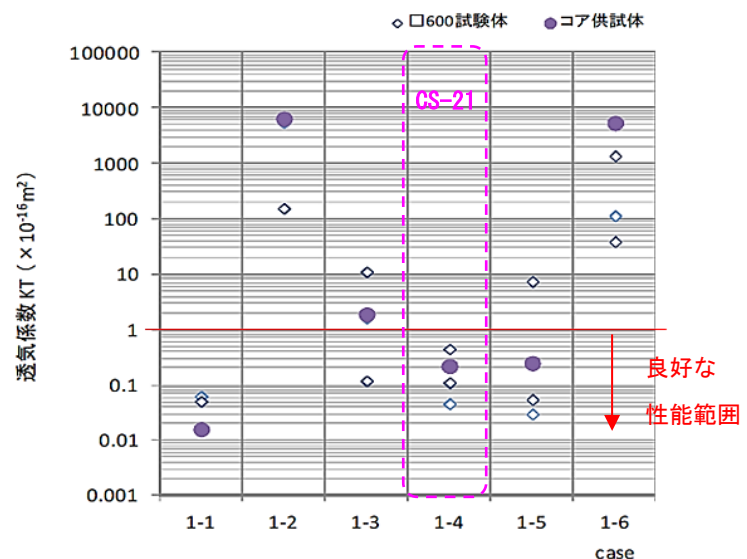


図6 透気試験結果グラフ

3.3 ④曲げ試験

(1) 試験概要

CS-21 打継ぎ部処理が、コンクリートの付着に及ぼす影響を確認するため、打継ぎ処理方法の異なるコンクリート試験体を作製し、曲げ試験*を実施した。

*論文「ケイ酸ナトリウム系補修材料を用いたコンクリートの打継ぎに関する研究」, 土木学会 第 61 回年次学術講演会, 5-191, 2004 参照

(2) 試験体概要

試験に使用したコンクリートに関する事項を表 8 に、打継処理方法に関する事項を表 9 に示す。

表 8 コンクリートに関する事項

セメント種類	普通ポルトランドセメント
水セメント比	60.0% (単位水量 185kg/m ³ ・セメント量 308kg/m ³)
細骨材率	45.0%

表 9 打継処理方法

処理名	打継処理方法
打継ぎ面なし	打継ぎ面のない一体供試体
無塗布	無塗布 (高圧洗浄によるレイタンス除去・目粗し後に打継ぎ)
CS-21 塗布【塗布量：適量】	高圧洗浄後、CS-21 を 0.2 kg/m ² 塗布し、打継ぎ
CS-21 塗布【塗布量：過多】	高圧洗浄後、CS-21 を 0.4 kg/m ² 塗布し、打継ぎ

(3) 試験手順

試験手順・試験状況写真を以下に示す。

- 1) 型枠 (w530×d150×h150mm) 半分の高さに 1 層目のコンクリートを打設、併せて一体供試体を作製
- 2) 1 層目打設 24 時間後、高圧洗浄によりレイタンス除去・目粗しを実施
- 3) 高圧洗浄後、表 2 に示す打継処理を実施 (無塗布、CS-21 塗布 [適量・過多])
- 4) 1 層目打設 7 日後、2 層目のコンクリートを打設し、寸法 : w530×d150×h150mm の高さ中央に打継目を有する打継目を有する試験体を作製
- 5) 2 層目打設 28 日後、荷重に対する打継目の方向が水平となる曲げ強度試験【図 7】を実施
- 6) 5) 後の試験体から、JIS A1114 に準じて寸法 : w150×d50×h50mm の幅中央に打継目を有する試験体 (打継処理方法 3 種類) を切り出し
- 7) 切り出した試験体に対し、荷重に対する打継目の方向が垂直となる曲げ強度試験【図 9】を実施

(4) 試験結果

曲げ強度試験のうち、荷重に対する打継目の方向：水平の試験概要図を図7に、試験結果を図8に示す。

荷重に対する打継目の方向：水平におけるCS-21塗布試験体の曲げ強度は、【塗布量：適量】：4.12 N/mm²、【塗布量：過多】：3.91 N/mm² と、無塗布：3.87 N/mm² を上回る結果が得られた。

また、曲げ強度の標準偏差は、打継処理方法による大きな差はなく、ばらつきは小さかった。

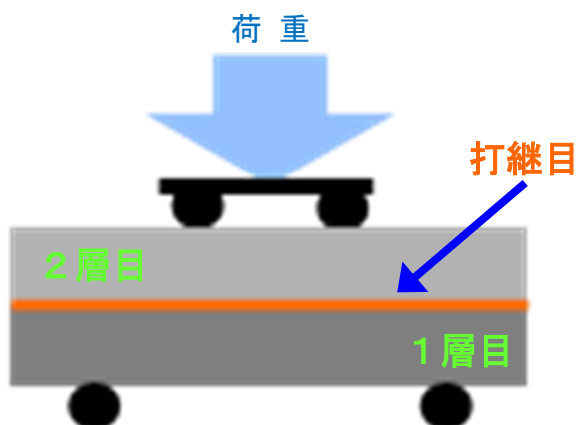


図7 曲げ強度試験概要図・打継目方向：水平
(試験体寸法：w530×d150×h150mm)

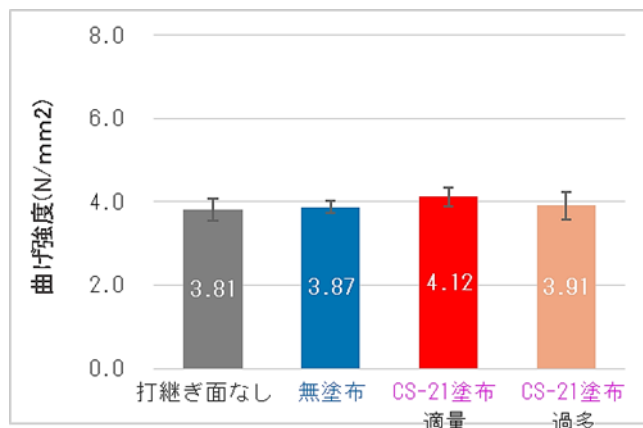


図8 曲げ強度測定結果グラフ(打継目：水平)

曲げ強度試験のうち、荷重に対する打継目の方向：垂直の試験概要図を図9に、試験結果を図10に示す。

荷重に対する打継目の方向：垂直における、CS-21塗布試験体の曲げ強度は、【塗布量：適量】：5.64 N/mm²、【塗布量：過多】：4.71 N/mm² と、無塗布：3.89 N/mm² を上回る結果が得られた。

また、曲げ強度の標準偏差は、CS-21塗布【塗布量：過多】では「2.09」と、他の処理方法に比べ、ばらつきが大きい結果となった。

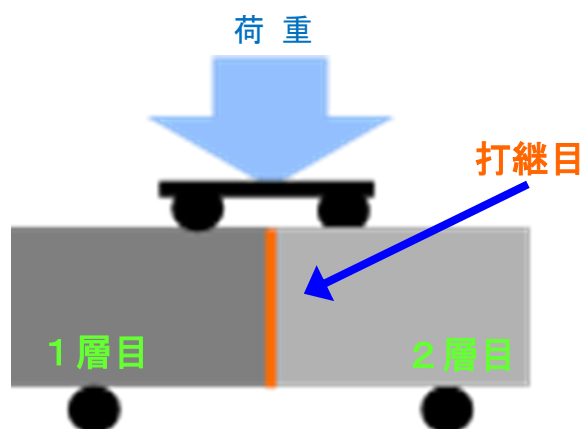


図9 曲げ強度試験概要図・打継目方向：垂直
(試験体寸法：w150×d50×h50mm)

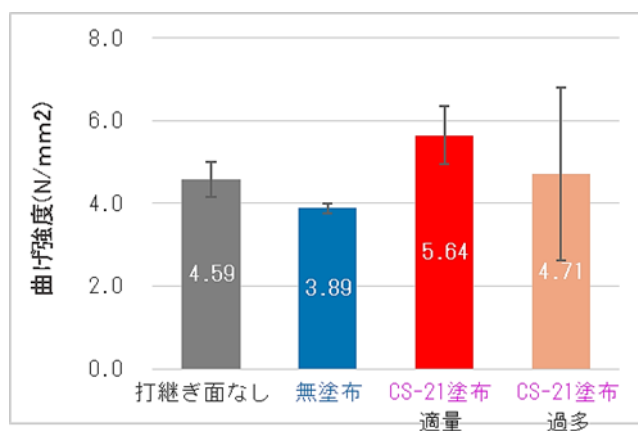
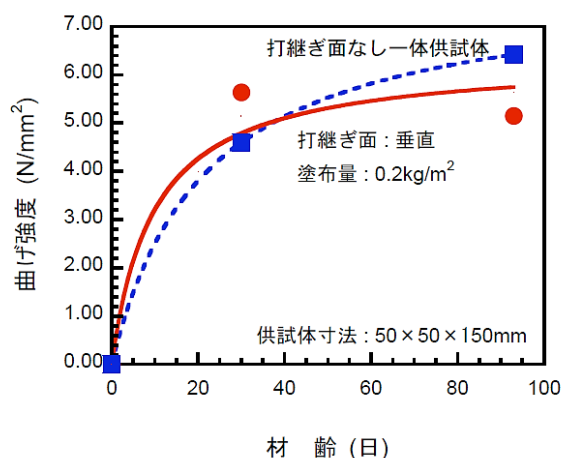


図10 曲げ強度測定結果グラフ(打継目：垂直)

次に、荷重に対する打継目の方向：垂直の曲げ試験のうち、無塗布とCS-21塗布試験体【塗布量：適量】の曲げ強度の経時変化を図11に示す。



試験の結果、若干のばらつきはあるものの、CS-21塗布【適量】の曲げ強度は、打継ぎ面なし（一体供試体）とほぼ同等の結果が得られた。

図11 曲げ強度の経時変化グラフ

試験の結果から、打継ぎ処理としてCS-21を適量^{注)}塗布（散布）した場合には、新規コンクリートの付着を阻害しないことが確認された。

注) 実構造物は、試験体よりもサイズが大きく、骨材の沈み等の影響を受け、打継ぎ面の空隙量が多いため、実施工におけるCS-21の適量は、本試験時よりも多い0.3kg/m² (300g/m²) ~0.5kg/m² (500g/m²) であり、標準仕様は0.3kg/m² (300g/m²) ×1回散布（塗布）としている。

3.4 ⑤鉄筋の引抜き試験

(1) 試験概要

打継ぎ部処理時に、飛散等により鉄筋表面に残留したCS-21が、鉄筋とコンクリートの付着に与える影響について確認するため、土木学会規準 JSCE-G 503 引抜き試験による鉄筋とコンクリートの付着強度試験方法（案）に準拠し、無塗布とCS-21を塗布した鉄筋の引抜き試験により、鉄筋のコンクリートに対する付着応力度測定を実施した。

(2) 試験体概要

試験体の概要を図12に、鉄筋に関する事項を表10に、コンクリートに関する事項を表11に、を示す。

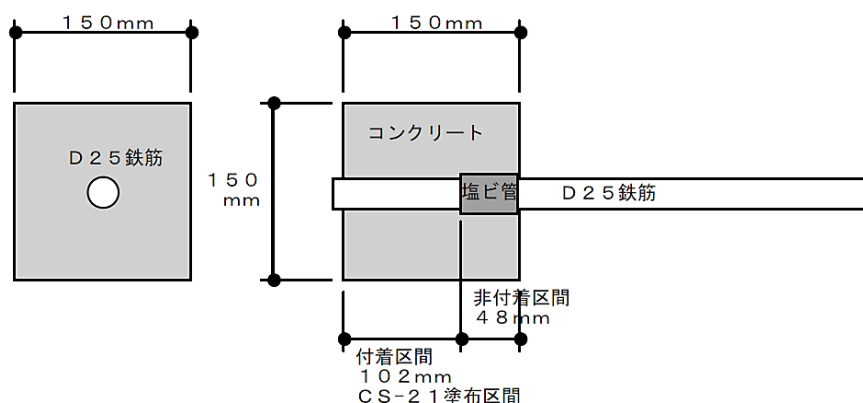


図12 試験体概要図

表10 鉄筋に関する事項

サイズ	種類	降伏点、耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	曲げ角度
D25	SD345	345～440	490 以上	18 以上	180°

表11 コンクリート試験体に関する事項

セメント種類	普通ポルトランドセメント
水セメント比	55%（単位水量 176kg/m ³ ・セメント量 320kg/m ³ ）
細骨材比	48%
形状	150mm角立方体 （鉄筋付着長：102mm・非付着長：48mm）
圧縮強度	35.0N/mm ² （材齢 28 日供試体測定結果）

(3) 試験手順

- ①打設前日に、鉄筋（異形棒鋼 SD345・D25）表面の錆および汚れを除去し、無塗布とCS-21塗布（200g/m²：刷毛塗り）を各3本作製し、それぞれ引抜き試験体用型枠内に配置。
- ②鉄筋を配置した引抜き試験体用型枠内に、コンクリートを打設後、28日間の気中養生。
- ③気中養生完了後、万能試験機により載荷を実施し、鉄筋のすべり量を変位計（東京測器製：CDP-25）により測定。

耐荷方法を図13に、試験状況を写真4～9に示す。

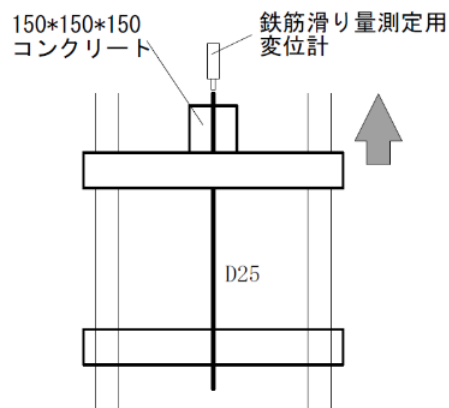


図13 耐荷方法 概要図



写真4 打設準備状況



写真5 CS-21 塗布状況



写真6 打設状況



写真7 引抜き試験状況



写真8 破壊状況(無塗布)



写真9 破壊状況(CS-21 塗布)

(4) 試験結果

鉄筋の引抜き試験の結果を図 14・表 12 に示す。

試験の結果、CS-21 を塗布した鉄筋の付着応力度は 5.18 N/mm²（最大応力度 10.02 N/mm²）であり、無塗布：5.16 N/mm²（最大応力度 9.80 N/mm²）と同程度の結果となった。

この結果から、鉄筋表面にCS-21 が残留*したままコンクリートを打設しても、鉄筋とコンクリートの付着を阻害しないことが確認された。

* CS-21 打継ぎ部処理の施工において、本試験のように鉄筋にCS-21 を直接刷毛塗りするほどの量が付着することは考え難いが、多量に付着した場合は散水・水拭き等で除去可能である。

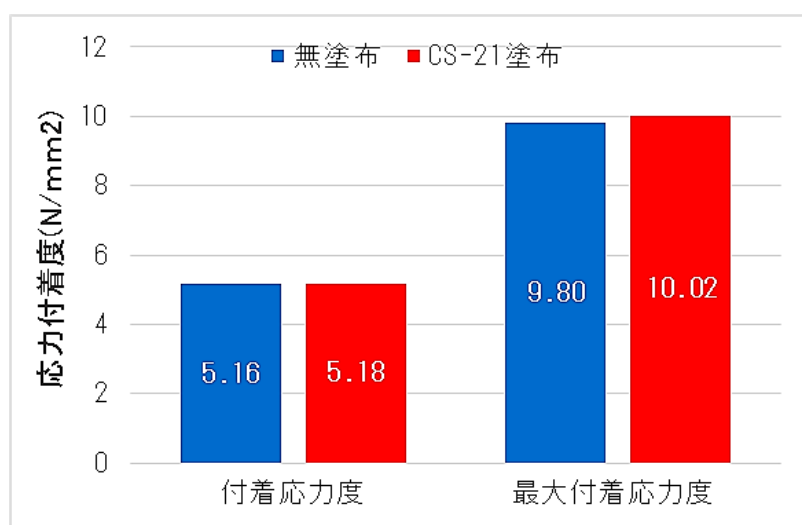


図 14 鉄筋の付着応力度測定結果グラフ

表 12 鉄筋の付着応力度測定結果

試験体 種類	すべり量 0.002D 時荷重 (KN)	最大荷重 (KN)	付着応力度 (N/mm ²)		最大付着応力度 (N/mm ²)	
			個別	平均	個別	平均
無塗布	48.0	100.4	5.03	5.16	10.53	9.80
	47.6	97.0	4.99		10.17	
	52.0	83.0	5.45		8.70	
CS-21 塗布	42.4	102.2	4.45	5.18	10.72	10.02
	48.2	100.4	5.05		10.53	
	57.6	84.2	6.04		8.83	