

TECHNICAL DATA

種 類	手摺支柱固定用ファイバー入り ポリマーセメントグラウト
商 品 名	ファイバースタウト

改訂版数：	第3版
-------	-----

DATE： 2024. 1. 5



菊水化学工業株式会社

目 次

■「ファイバースタウト」とは	… 2
■「ファイバースタウト」の特徴	… 3
■「ファイバースタウト」の基本性能	
1. 単位容積質量・凝結時間など	… 5
2. 流動性	… 5
3. 線膨張係数	… 6
4. 圧縮強度および圧縮静弾性率	… 7
5. 直接引張強度および引張静弾性率	… 8
6. 曲げ強度	… 9
7. ひび割れ抵抗性	… 10
8. 耐引抜力	… 13
9. 耐繰返し水平荷重(疲労試験)	… 15
10. 耐衝撃性	… 16
11. 防せい性	… 19
12. 耐水平荷重[手摺ユニット]	… 21
13. 耐水平荷重[R部支柱]	… 23
14. 耐衝撃荷重[手摺支柱]	… 24
■「ファイバースタウト」の物性試験結果一覧	

■「ファイバースタウト」とは

1. 用途

アルミ手摺の支柱(鞆管)固定等を用途としています。エポキシ樹脂系グラウトと同様に溶接は不要です。



アルミ手摺の支柱を固定

2. 材料の構成

特殊速硬型セメントと再乳化形粉末樹脂を結合材として繊維等を含有するファイバー入ポリマーセメントグラウトです。

3. 商品名の由来

“ファイバー”は、本製品の代表的な構成材料である繊維を表し、“スタウト”は頑丈という意味を表わすとともにグラウトを連想させます。

■「ファイバースタウト」の特徴

1. 施工が容易で安全

「ファイバースタウト」は、水を加えて混ぜるだけで使用できるため施工が容易です。

また、「エポキシ樹脂系グラウト」は、成分の(危険物に分類される)アミン等による施工者の皮膚アレルギー発生等の可能性があります、「ファイバースタウト」はアミン類による影響はなく一般的なセメントと同等の扱いができます。

2. 品質の安定

「ファイバースタウト」は、あらかじめ粉体の中に再乳化形粉末樹脂を調合した“一材型(=完全プレミックス)”製品であるため、現場では水を加えて練るだけです。これにより、人による配合むらが生じないため、安定した品質が得られます。ただし、水量の管理は重要です。

3. 安価

「ファイバースタウト」は、「エポキシ樹脂系グラウト」に比べて非常に安価です。

4. 一回充填で可能

一般に「エポキシ樹脂系グラウト」は、硬化後の目減り(やせ)が大きいため2回の充填作業が必要でした。「ファイバースタウト」は1回の作業で可能です。ただし、コンクリートによる急激な水分の吸い込みを防ぐため、吸水調整材の塗布は必要です。

また、吸水調整材を塗布してもコンクリートの状態により多少の目減り(やせ)が発生することがありますが、強度(圧縮、引抜き、疲労、ひび割れ抵抗性)に関する問題はありません。

5. 支柱(鞘管)の溶接が不要

一般的に「無収縮モルタル」は、溶接やボルト止めによる支柱固定方法と併用されています。また、「エポキシ樹脂系グラウト」は、溶接等を必要とせずグラウト固定のみで強度を確保できます。「ファイバースタウト」は、「エポキシ樹脂系グラウト」同様に溶接を必要としない材料です。

6. 流動性が良好

「ファイバースタウト」は、一般的な繊維含有モルタルと異なり流動性が良好なため、コンクリートコアに支柱(鞘管)を差し込んだ隙間の片側から流し込むことができます。また、分離抵抗性が大きいため、流し込んだ際に材料分離を起こしません。



狭い隙間から流しこめる

7. 支柱鞘管の早期固定

「ファイバースタウト」は、速硬化のためオールシーズンで施工後3時間程度ですばやく支柱を固定することができます。(3時間後の圧縮強度=10N/mm²程度)

8. 施工時期(気温)に応じた調合

「ファイバースタウト」は、標準、夏期、冬期の3調合の設定でオールシーズンで可使時間^{※1}を30分程度に設定しています。

※1: 可使時間・・・練混ぜ開始からの使用時間

9. ひび割れ抵抗性が大きく繰り返し载荷による変形追従性が高い

「ファイバースタウト」は、高弾性、高強度、高付着力(界面付着力)の繊維を含有させることによりひび割れ抵抗性(直接引張強度)を大きくしています。また疲労試験(繰返し载荷試験:手摺支柱の代わりにPC鋼棒を使用)において、支柱に対し水平方向1470N/m相当の荷重を3600サイクル繰返し载荷してもひび割れ発生がないほど高い変形追従性を有しています。

10. 膨張ひび割れを生じさせない

「ファイバースタウト」は、一般の無収縮モルタルで懸念される硬化過程における膨張による手摺支柱周囲コンクリートのひび割れを生じさせません。

11. 衝撃抵抗性が大きい

「ファイバースタウト」は、衝撃に対する抵抗性が大きく、衝撃強さは「エポキシ樹脂系グラウト」に比べ優れています

12. 引抜き抵抗性が大きい

「ファイバースタウト」は、引抜きに対する抵抗性が大きく、「エポキシ樹脂系グラウト」と同程度の30kN(3トン)以上^{※2}の強度を有しています。

※2: 手摺支柱(鞘管)を100mm程度定着させた場合

13. 防せい性

「ファイバースタウト」は、一般的なモルタルに比べ高い防せい性を有しています。

■「ファイバースタウト」の基本性能

1. 単位容積質量・凝結時間など

1) 試験方法

- ・単位容積質量は、JIS A 1171-2000 ポリマーセメントモルタルの試験方法に準拠した。
- ・凝結時間は、JIS R 5201-1997 セメントの物理試験方法⑧凝結試験に準拠した。
- ・練混ぜは、攪拌機にて2分間練混ぜた。
- ・攪拌機は、リョービ社製パワーミキサ PM-1011 回転数 1000MIN⁻¹を使用した。

2) 試験結果

表 1 単位容積質量・凝結時間等

項目	単位	温度・相対湿度									
		5℃ 40%R.H			20℃ 60%R.H			30℃ 50%R.H			
練り混ぜ水量※	L	1.65	1.70	1.75	1.65	1.70	1.75	1.65	1.70	1.75	
練り上がり容量	L	5.1	5.1	5.1	4.9	5.0	5.0	4.9	4.9	5.0	
単位容積質量	Kg/L	2.30	2.30	2.29	2.37	2.35	2.34	2.39	2.37	2.36	
凝結時間	始発	時-分	1-15	1-15	0-55	1-00	1-00	0-40	0-40	0-50	1-20
	終結	時-分	1-45	2-10	1-10	1-15	1-15	0-50	0-55	1-00	2-05

※「ファイバースタウト」10kg に対する値

2. 流動性

1) 試験方法

- ・フロー値は、JASS 15M-103 セルフレベリング材の品質基準に準拠した。なお、フロー値はmmを単位とする平均値の整数とした。
- ・流下時間は、JSCE-F521-1999 プレパックドコンクリートの注入モルタルの流動性試験方法(P漏斗による方法)に準拠した。

2) 試験結果

表 2 フロー値・流下時間

練り混ぜ水量※	温度・相対湿度					
	5℃ 40%R.H		20℃ 60%R.H		30℃ 50%R.H	
	フロー値(mm)	流下時間(S)	フロー値(mm)	流下時間(S)	フロー値(mm)	流下時間(S)
1.65L	208	45	210	36	200	32
1.70L	215	43	216	34	210	28
1.75L	219	36	220	30	218	26

※「ファイバースタウト」10kg に対する値



写真 2.1 フロー値測定状況



写真 2.2 P 漏斗測定器状況

3. 線膨張係数

1) 試験方法

- ・試験方法は、JHS 416-2004 NEXCO 規格 断修復材料品質規格試験方法に準拠した。
- ・測定温度は、60～-20℃とした。但し、測定を実施した試験室は、温度 20±2℃、湿度 65±15%とした。

2) 試験結果

表 3 線膨張係数

種類	線膨張係数(1/°C)
ファイバースタウト※	1.40×10^{-5}
無収縮モルタル	1.15×10^{-5}
エポキシ樹脂系グラウト	7.50×10^{-5}

※「ファイバースタウト」10kg に対し、練混ぜ水量 1.70L の場合



写真 3.1 測定状況(標準棒)



写真 3.2 測定状況「ファイバースタウト」(60℃)

4. 圧縮強度および圧縮静弾性率

1) 試験方法

- ・圧縮強度の試験方法は、JIS A 1108-2006 コンクリートの圧縮強度試験方法に準拠した。試験機は、マルイ社製全自動圧縮試験機 (Hi-ACTIS-2000) を使用した。温度・相対湿度は、20℃60%R.H。
- ・圧縮静弾性率の試験方法は、JIS A 1149-2001 コンクリートの静弾性係数試験方法に準拠した。なお、静弾性係数は、最大荷重の 1/3 に相当する圧縮強さと圧縮歪み 50×10^{-6} のときの圧縮強さの割線弾性係数とした。温度・相対湿度は、20℃60%R.H。
- ・供試体作成は、JIS A 1132-2006 コンクリートの強度試験用供試体の作り方に準拠した。
- ・供試体寸法は、 $\phi 50 \times 100 \text{mm}$ 。
- ・養生方法は、封緘養生とした。

2) 試験結果

表 4.1 圧縮強度

[単位: N/mm²]

材齢	温度・相対湿度		
	5℃ 40%R.H	20℃ 60%R.H	30℃ 50%R.H
3 時間	8.43	12.6	13.9
6 時間	12.0	16.0	18.1
1 日	19.5	33.6	36.0
3 日	35.8	43.7	48.7
7 日	44.5	55.7	59.0
28 日	54.3	65.4	68.7

「ファイバースタウト」10kg に対し、練混ぜ水量 1.70L の場合

表 4.2 「無収縮モルタル」「エポキシ樹脂系グラウト」との圧縮強度の比較

[単位: N/mm²]

材齢	種 類		
	ファイバースタウト	無収縮モルタル	エポキシ樹脂系グラウト
7 日	55.7	55.3	50.0
28 日	65.4	65.9	56.2

表 4.3 「無収縮モルタル」「エポキシ樹脂系グラウト」との圧縮静弾性率の比較

[単位: N/mm²]

材齢	種 類		
	ファイバースタウト	無収縮モルタル	エポキシ樹脂系グラウト
7 日	2.02×10^4	2.47×10^4	2.47×10^3
28 日	2.15×10^4	2.52×10^4	2.55×10^3



写真 4.1 圧縮強度試験及び静弾性率測定状況



写真 4.2 試験状況(長さ30mmゲージ)

5. 直接引張強度および直接引張静弾性率

1) 試験方法

- ・供試体作成は、JIS A 1132-2006 コンクリートの強度試験用供試体の作り方に準拠した。温度・相対湿度は、20°C60%R.H。供試体寸法は、φ50×100mm。
- ・養生方法は、20°C封緘養生とした。
- ・供試体の研磨は、試験 2 日前に(株)マルイ社製の「Hi-つるつる KENMA」でモルタル打設面及び底面の両面を研磨し乾燥させた。
- ・供試体へのアタッチメントの貼付けは、試験前日に特注アタッチメントを研磨したモルタル両面にエポキシ樹脂にて特殊固定金具を用いて貼付けた。
- ・直接引張強度試験は、材齢 7・28 日を経て特殊治具を用いて行った。試験機は、(株)島津製作所社製万能試験機「オートグラフ AG-100kNG」を使用した。
 载荷速度は、歪み制御で 0.4mm/min とした。これは、JIS A 1113-1999 コンクリートの割裂引張強度試験方法に準拠し、引張強度の増加で毎秒 0.06±0.04N/mm² になるように実施した。最大荷重を断面積で除して直接引張強さ N/mm² を計算した。
- ・直接引張弾性率の試験方法は、JIS A 1149-2001 コンクリートの静弾性係数試験方法に準拠した。
 静弾性係数は、最大荷重の 1/3 に相当する引張強さと引張歪み 5×10⁻⁶ のときの直接引張強さの割線弾性係数とした。温度・相対湿度は、20°C60%R.H。
- ・エポキシ樹脂系グラウトは、試験不可であったためデータはなし。

2) 試験結果

表 5.1 「無収縮モルタル」との直接引張強度の比較

[単位:N/mm²]

材齢	種類	
	ファイバースタウト	無収縮モルタル
7 日	3.96	2.11
28 日	5.05	2.53

「ファイバースタウト」10kg に対し、練混ぜ水量 1.70L の場合

表 5.2 「無収縮モルタル」との直接引張静弾性率の比較

[単位:N/mm²]

材齢	種類	
	ファイバースタウト	無収縮モルタル
7 日	2.10×10 ⁴	2.56×10 ⁴
28 日	2.24×10 ⁴	2.63×10 ⁴

「ファイバースタウト」10kg に対し、練混ぜ水量 1.70L の場合



写真 5.1 直接引張強度試験及び静弾性率測定状況



写真 5.2 試験状況 [長さ30mmゲージ]

6. 曲げ強度

1) 試験方法

- ・試験方法は、JIS R 5201-1997 セメントの物理試験方法に準拠した。温度・相対湿度は、20℃60%R.H。
- ・供試体寸法は、40×40×160mm。
- ・養生方法は、20℃封緘養生とした。
- ・曲げ強度試験は、材齢 7・28 日を経て曲げ強度試験を行った。

試験機は、(株)島津製作所社製万能試験機「オートグラフ AG-100kNG」を使用した。載荷速度は、歪み制御で 0.3mm/min とした。これは、曲げ強度の増加で 50±10N/s になるよう実施した。

2) 試験結果

表 6 「無収縮モルタル」「エポキシ樹脂系グラウト」との曲げ強度の比較

[単位:N/mm²]

材齢	種類		
	ファイバースタウト	無収縮モルタル	エポキシ樹脂系グラウト
7 日	13.9	10.2	17.1
28 日	16.1	11.7	19.0

「ファイバースタウト」10kg に対し、練混ぜ水量 1.70L の場合



写真 6.1 曲げ強度試験全景



写真 6.2 試験状況

7. ひび割れ抵抗性

1) 試験方法

a. 試験体

- ・試験体の基板は、コンクリート製とし形状は実際の手摺固定部分の使用状態に近いものとした。支柱固定用の鞘管を設置する穴は、60×50×(深さ)110 mmであり、鞘管の形状は、40×20×(長さ)200 mmとした。
- ・基板への吸水調整材は、グラウト材充填の前日にスタックプライマー #3(エチレン酢酸ビニル系 45%)の2倍希釈液を塗布したものを対象とした。
- ・練混ぜた材料をコンクリート天端から約10 mm下がった位置までじょうろにて充てんした。

b. 養生

- ・20℃60%R.H で7日間養生後温冷繰返しを行なった。

温冷繰返し条件は、水中浸漬(20℃・12時間)→冷却(-10℃・12時間)→加熱(70℃・12時間)を1サイクルとし、15サイクルとした。

c. ひび割れ確認

- ・ひび割れの確認は、温冷繰返しの条件変更時に基板及びグラウト材の目視確認により行った。

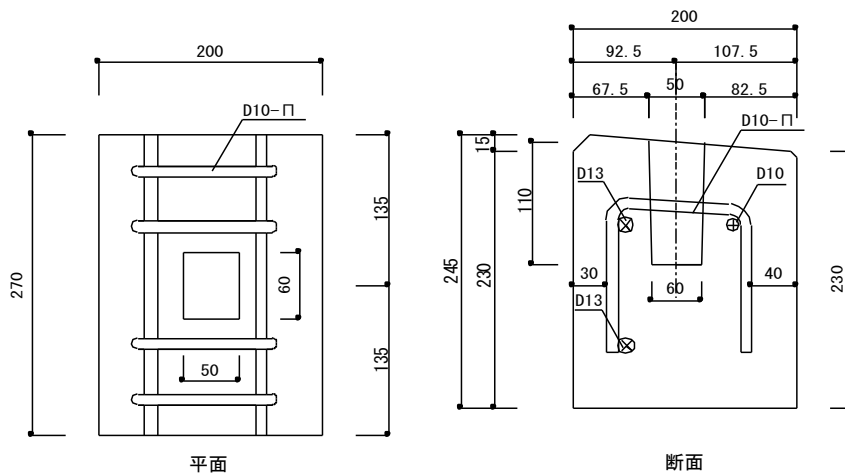


図7 基板

2) 試験結果

- ・温冷繰返しを15サイクル実施後もひび割れ発生のないことが確認された。

表7. 温冷繰返しによるひび割れ発生の有無

サイクル	1～15
ひび割れ状況	なし



写真7.1 試験後全景



写真7.2 立上り面



写真7.3 ファイバースタウト

8. 耐引抜き力

1) 試験方法

a. 試験体

- ・試験体の基板は、コンクリート製とし形状は実際の手摺固定部分の使用状態に近いものとした。支柱固定用の鞘管を設置する穴は、60×50×(深さ)110 mmであり、鞘管の形状は、40×20×(長さ)200 mmとした。
- ・基板への吸水調整材は無塗布のほか、グラウト材充填の前日にスタックプライマー #3(エチレン酢酸ビニル系 45%)の2、3倍希釈液を塗布したものを対象とした(標準は2倍)。
- ・練混ぜた材料をコンクリート天端から約10mm下がった位置までじょうろにて充てんした。

b. 養生

- ・温冷繰返し無は、ファイバースタウト充填後、20°C60%R.Hで38日間養生した。
- ・温冷繰返し有は、20°C60%R.Hで7日間養生後温冷繰返しを行なった。

温冷繰返し条件は、水中浸漬(20°C・12時間)→冷却(-10°C・12時間)→加熱(70°C・12時間)を1サイクルとし、15サイクルとした。15サイクル終了後、20°C60%R.Hで1日静置後に引抜き試験を行なった。

c. 試験

- ・鞘管にあけた穴に特殊治具を設置して建研式接着試験器(最大荷重30kN)を用いて引抜き载荷した。

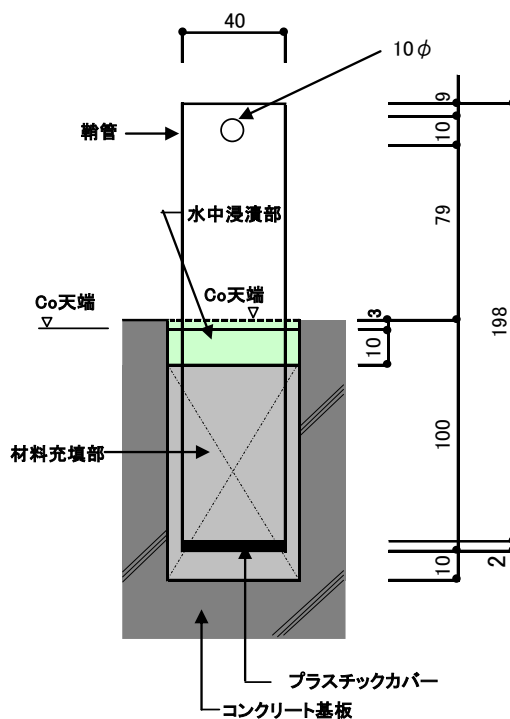


図8 試験体

2) 試験結果

- ・吸水調整材の塗布倍率に関わらず、温冷繰返し後も鞘管を深さ100 mm定着させた場合の引抜き力が30kN(3トン)以上と十分な強度と耐久性を有することが確認された。

表8 引抜き力

[単位:kN]

吸水調整材の倍率	温冷繰返し有無		備考
	無	有	
無塗布	30	30	荷重30kNで試験中止。
2倍	30	30	
3倍	30	30	



写真 8.1 鞘管設置状況

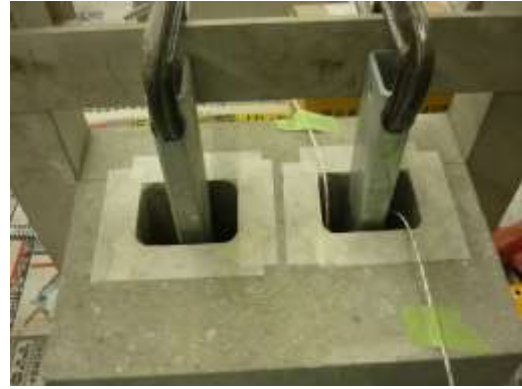


写真 8.2 鞘管設置状況



写真 8.3 「ファイバースタウト」充填状況写真



写真 8.4 温冷繰返し状況(恒温恒湿槽内)



写真 8.5 特殊治具及び架台設置状況

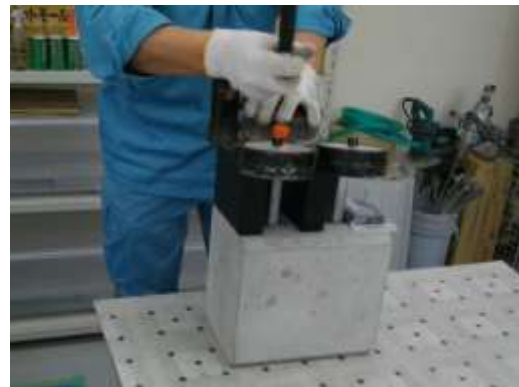


写真 8.6 建研式接着試験器

9. 耐繰返し水平荷重(疲労試験)

1) 試験方法

a. 試験体

- ・基板はコンクリート製とし、形状は実際の手摺固定部分の使用状態に近いものとした。支柱固定用の鞘管を設置する穴は、60×50×(深さ)110 mmで支柱の代わりに PC 鋼棒 φ 40×(長さ)500 mmを使用した。
- ・練混ぜた材料をコンクリート天端位置までじょうろにて充てんし、20℃60%R.H で 21 日養生したものを試験体とした。

b. 試験

- ・試験体の基板を特殊治具にて疲労試験機に水平に固定した後、最小 0.2kN から最大 7.5kN※の繰返し載荷を 3600 サイクル行い、ひび割れ発生状況等の目視確認を行った。
- 目視によるひび割れ発生の確認は、300,600,900,1800,2700,3600 サイクル完了の時点で行なった。
- ・試験は(財)滋賀県工業技術総合センターで実施した。

※荷重 7.5kN の計算: 手摺支柱のスパン 1.2m・手摺高さ 1.1m・水平荷重 1470N/m 想定・加力点長さ 0.265m

$$1.2(m) \times 1.1(m) \times 1470(N/m) = 0.265(m) \times X(N) \quad X = 7322(N) = 7.3(kN) \rightarrow \underline{7.5kN}$$

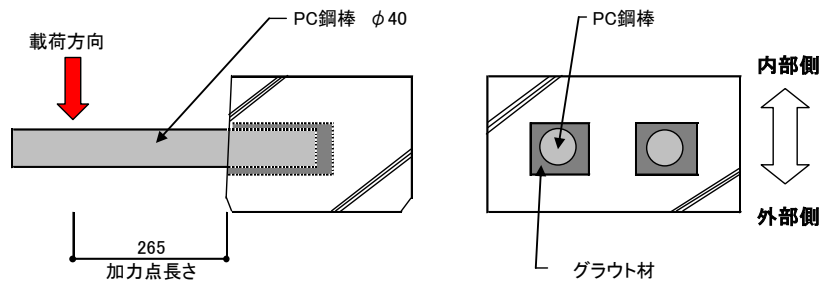


図 9.1 試験体概略図

表 9.1 試験条件

荷重	7.5kN (7.5~0.2kN)
周波数	1Hz
サイクル	3600cycle
加力点長さ	265mm
PC 鋼棒	B 種 1 号 φ40mm L=550
備考	試験時間: 1 時間

表 9.2 試験機概要

機器名	疲労試験機 (20kN)
商品名	島津サーボパルサ
メーカー名	島津製作所
仕様	材料の引張・圧縮疲労試験 動的最大荷重: ±20kN 駆動ストローク: ±50mm 周波数: 0~30Hz

2) 試験結果

水平荷重 1470N/m の繰返し載荷では、ファイバースタウトにひび割れ発生はなく、無収縮モルタルは材料にひび割れが発生し、エポキシ樹脂系グラウトは基板にひび割れが発生した。また、エポキシ樹脂系グラウトは、繰返し載荷による変形が大きくなり、基板にひび割れが発生した。

以上より、くり返し荷重に対してファイバースタウトのひび割れ抵抗性が大きいことが確認された。

表 9.3 疲労試験によるひび割れ発生状況の比較

有 = 新たなひび割れが発生

cycle	種類					
	ファイバースタウト		無収縮モルタル		エポキシ樹脂系グラウト	
	試料	基板	試料	基板	試料	基板
300	無	無	有	無	無	無
600	無	無	無	無	無	無
900	無	無	無	無	無	無
1800	無	無	無	無	無	有
2700	無	無	無	有	無	有
3600	無	無	無	無	無	有
最終	無	無	有	有	無	有

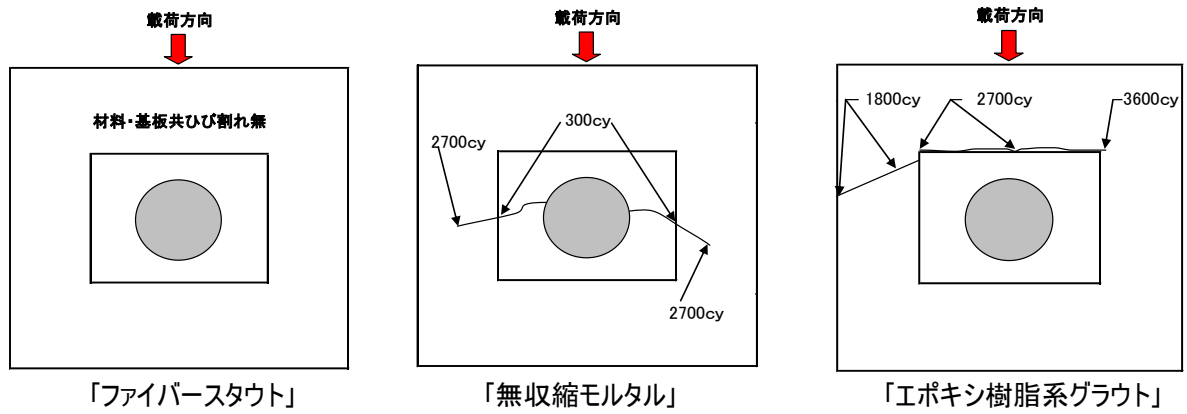


図 9.2 ひび割れ発生位置



写真 9.1 試験全景



写真 9.2 試験状況



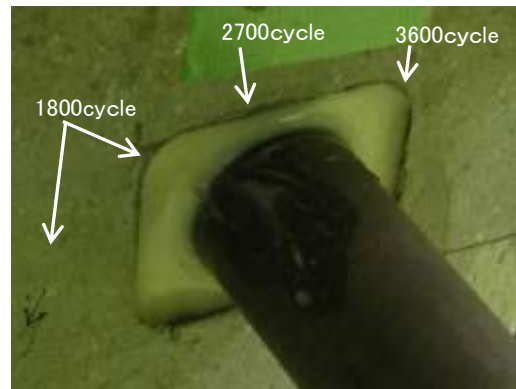
写真 9.3 試験体固定状況



写真 9.4 加力点状況(長さ 265mm)



ひび割れ発生無
写真 9.5 「ファイバースタウト」除荷後の状況



基板にひび割れ発生有
写真 9.6 「エポキシ樹脂系グラウト」除荷後の状況

10. 耐衝撃性

1) 試験方法

- ・試験方法は、JIS K7111-1 2006 プラスチックーシャルピー衝撃特性の求め方ー第1部:非計装化衝撃試験に準拠した。温度・相対湿度は、20℃60%R.H。
- ・供試体は、塗装合板の型枠に試料を流込み、20℃60%R.Hで28日間養生して作製した。
- ・供試体寸法は、4×10×80mm(スパン長60mm)。
- ・ハンマーサイズは2Jタイプ。打撃方向は、縦および横の2方向とした。
- ・試験は、帝人テクノプロダクツ(株)にて実施した。

2) 試験結果

衝撃強さは打撃方向によらず「ファイバースタウト」>「エポキシ樹脂系グラウト」>「無収縮モルタル」の結果となり、「ファイバースタウト」の優れた衝撃性が確認された。

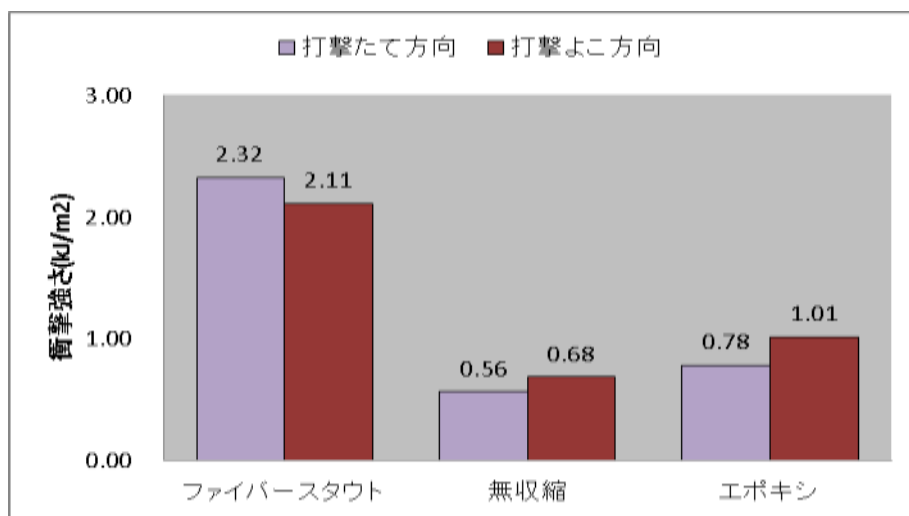


図 10 衝撃強さ試験結果



写真 10.1 試験機全景



写真 10.2 試験状況



写真 10.3 設置状況(縦方向打撃)



写真 10.4 設置状況(横方向打撃)

11. 防せい性

1) 試験方法

- ・供試体の作製方法は、表 11.1～2 に示す。
- ・試験方法は、鉄筋コンクリート造建築物の耐久性調査・診断および補修指針(案)・同解説(1997 制定) 付録 1 各種補修材料の品質基準(案) 付 1.3 鉄筋コンクリート補修用防せい材の品質基準(案)に 3.8 防せい性試験方法に準拠した。試験方法を表 11.3 に示す。

試験所名削除

表 11.1 供試体作製方法の概要: 基材の作製

調合(質量比)	普通ポルトランドセメント:豊浦産けい砂:上水道水=1:2:0.65	
練混ぜ	試験環境	温度 20±2℃、相対湿度 65±15%の室内
	方法	「JIS R 5201:1992 セメントの物理試験方法 10.4 供試体の作り方」によった。
作製方法	基材は、練混ぜたモルタルを図 10.1 に示す形状寸法に成形し、温度 20±2℃、相対湿度 80%以上の湿気箱内で 1 日間養生した後脱型した。その後、温度 20±2℃、相対湿度 65±15%の室内で 7 日間養生を行ったものを基材とした。	

表 11.2 供試体作製方法の概要: 供試体の作製

供試体種類	ファイバースタウト	無収縮モルタル	エポキシ樹脂系グラウト
調合(質量比)	粉体:上水道水=7:1.2	粉体:上水道水=7:1.3	主剤:硬化剤=4:1
練混ぜ	試験環境	温度 20±2℃、相対湿度 65±15%の室内	
	方法	20L の金属容器に上水道水を入れ、攪拌しながら粉体を投入した後 2 分間練混ぜた。*1	主剤に硬化剤を投入した後、2 分間混ぜた。*2
作製方法	基材の養生後、供試材料を依頼者が練混ぜ、図 10.2 に示す形状寸法に成形した。成形後、ファイバータイトおよび無収縮については、温度 20±2℃、相対湿度 80%以上で 2 日間養生した後脱型し、その後温度 20±2℃、相対湿度 65±15%の室内で 5 日間養生を行ったものを供試体とした。なおエポキシ樹脂については、成形後温度 20±2℃、相対湿度 60±5%の恒温恒湿の室内で 7 日間養生を行った。		

*1: 練混ぜは、ハンドミキサ(羽根の直径)150mm、回転数 1000MIN⁻¹を使用。

*2: 練混ぜは、ハンドミキサ(羽根の直径)80mm、回転数 600MIN⁻¹を使用。

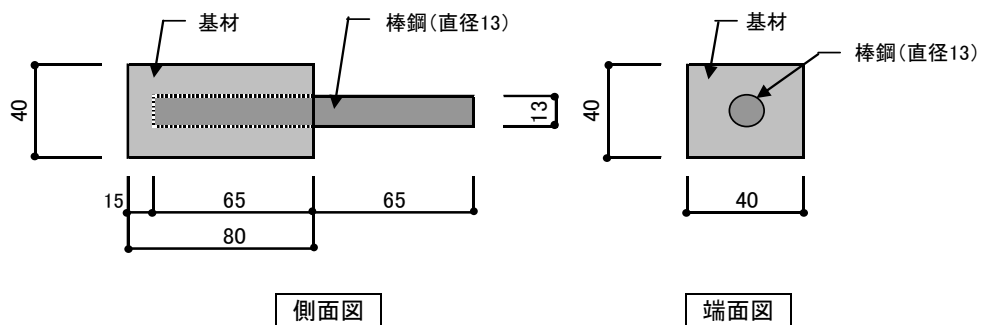


図 11.1 基材の形状寸法

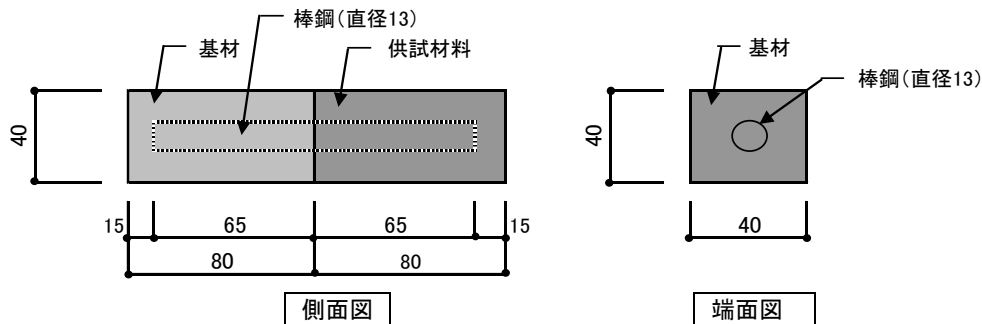


図 11.2 供試体の形状寸法

表 11.3 防せい性試験方法

項目	試験方法概要
前処理	養生後の供試耐圧容器内に静置し、真空ポンプを用いて、圧力が 0.133kPa 以下となるまで減圧し、その圧力を 1 時間保持して供試体の脱気を行った。その後、耐圧容器内に二酸化炭素を注入して 0.98MPa まで加圧し、72 時間保持して中性化処理を行った。中性化処理後の供試体は、温度 30±2℃の恒温槽内で 188 時間乾燥し、さらに、圧力 0.133kPa 以下の耐圧容器内で 1 時間脱気した後、2.5%塩化ナトリウム水溶液を注入、0.98MPa まで加圧して 3 時間保持した。なお、耐圧容器は、温度 20±3℃の室内に静置した。
促進処理	前処理を終えた供試体を、ポリエチレン袋に入れ、温度 80±2℃の乾燥器内で 24 時間加熱した後、袋から取り出し、温度 30±2℃の恒温槽内に 24 時間静置し、さらに、温度 20±2℃の 2.5%塩化ナトリウム水溶液中に 24 時間浸漬する操作を 1 サイクルとした乾湿繰り返し処理を 3 回繰返した。
発せい面積測定	促進処理後の供試体は、供試体の長さ方向に割裂して棒鋼を取り出し、10%クエン酸二アンモニウム水溶液中で歯ブラシを用いて 1 分間棒鋼表面の軽微なさびを落とし、アセトンで洗浄した。その後「JIS A 6205:1993 鉄筋コンクリート用防せい剤 付属書 2 コンクリート中の鉄筋の促進腐食試験方法 4.3 腐食面積の測定」に従い、棒鋼に透明なシートを当てて発せいた部分を写しとり、画像処理装置を用いて、面積 1mm ² 単位で読み取って発せい面積を求め、下式によって発せい率を算出した。なお、棒鋼の発せい面積は基材部分と供試材料部分に分けてそれぞれ求めた。 $\text{発せい率(\%)} = \frac{\text{棒鋼の発せい面積(mm}^2\text{)}}{\text{棒鋼の有効面積(2667mm}^2\text{)}} \times 100$

2) 試験結果

本試験では、基材モルタル部に比べ大きな防せい効果を確認することができた。「エポキシ樹脂系グラウト」に比べやや劣ったが、「無収縮モルタル」より良好な結果となった。

表 11.4 防せい性試験結果

供試体種類	基材モルタル部分の発せい率の平均値(%)	供試体材料部分の発せい率の平均値(%)
ファイバースタウト	47.6	7.6
無収縮モルタル	67.4	29.4
エポキシ樹脂系グラウト	63.6	5.0



写真 11.1 型枠



写真 11.2 基材の成形



写真 11.3 「ファイバースタウト」の練混ぜ



「ファイバースタウト」
写真 11.4 供試体



「無収縮モルタル」
写真 11.5 供試体



「エポキシ樹脂系グラウト」
写真 11.6 供試体



写真 11.7 耐圧容器の外観

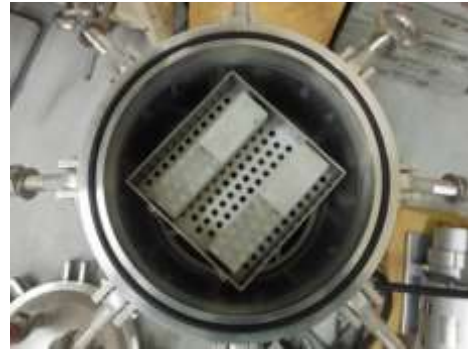


写真 11.8 容器内の供試体

← 基材部分 供試材料部分 →



「ファイバースタウト」
写真 11.9 棒鋼側面 1(型枠底面側)

← 基材部分 供試材料部分 →



「ファイバースタウト」
写真 11.10 棒鋼側面 2(打設面側)

← 基材部分 供試材料部分 →



「無収縮モルタル」
写真 11.11 棒鋼側面 1(型枠底面側)

← 基材部分 供試材料部分 →



「無収縮モルタル」
写真 11.12 棒鋼側面 2(打設面側)

← 基材部分 供試材料部分 →



「エポキシ樹脂系グラウト」
写真 11.13 棒鋼側面 1(型枠底面側)

← 基材部分 供試材料部分 →



「エポキシ樹脂系グラウト」
写真 11.14 棒鋼側面 2(打設面側)

12.耐水平荷重[手摺ユニット]

1) 試験方法

- 試験方法は、優良住宅部品性能試験方法書 墜落防止手すり BLT SR-2008 ユニットの水平荷重試験 (1) (床支持): BLT SR-05 に準拠して実施した。

図 12.1 に示すように手摺ユニット(2 スパン)との支柱脚部のコンクリートを固定架台に取付け、笠木に 4 等分 2 線荷重方式による水平荷重を加えた。図 12.2 の荷重プロセスに従い、各ステップにおいて変位を測定するとともに手摺支柱を固定した試料の目視観察を行った。最大 2950N/m(3450N/スパン)を目安とした。手摺支柱間隔は、最大 1200mm/スパンとして載荷荷重を設定した。

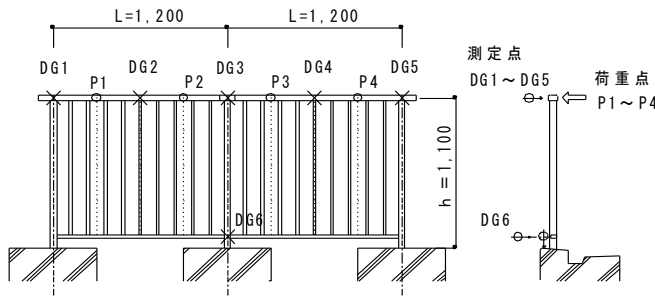


図 12.1 手摺ユニットの試験体

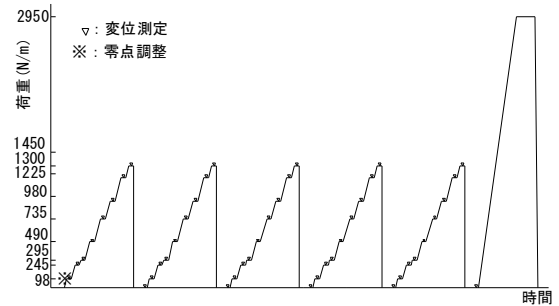


図 12.2 荷重プロセス

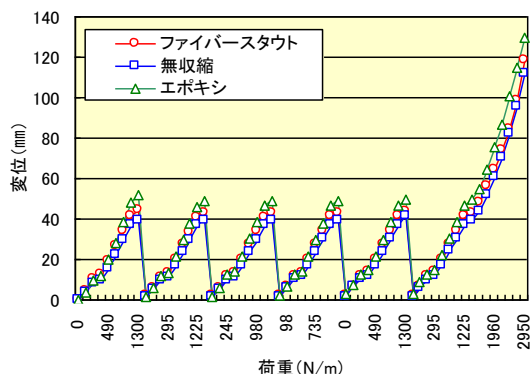
2) 試験結果

ひび割れ発生時の荷重やコンクリートとどちらが先に割れたかなどにより相対比較評価したところ、「エポキシ樹脂系グラウト」>「ファイバースタウト」>「無収縮モルタル」の順であった。

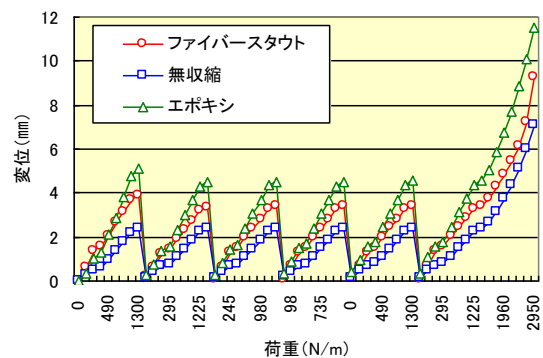
「無収縮モルタル」は加力により基板コンクリートより先にひび割れが生じたが、「ファイバースタウト」は基板コンクリートへのひび割れ発生後にこれが延長するようにひび割れが発生した。

表 12 目視観察結果

荷重	ファイバースタウト	無収縮モルタル	エポキシ樹脂系グラウト
2200N/m	—	グラウト圧縮側横方向にひび割れ発生。コンクリートにはひび割れなし。	—
2450N/m	基板コンクリート圧縮側横方向にひび割れ発生。グラウトに異常はなし。	—	—
2695N/m	基板コンクリート圧縮側斜め方向にひび割れが発生し、続いてグラウトへ延長するようにひび割れが発生。	基板コンクリート圧縮側斜め方向へひび割れが発生すると同時にグラウトへもひび割れが発生。	基板コンクリート圧縮側横方向にひび割れ発生。グラウトに異常はなし。
2950N/m	—	基板コンクリート損傷大。	基板コンクリート圧縮側斜め方向へのひび割れ増加。グラウトに異常はなし。



測定点③笠木中央



測定点⑥中央支柱足元

図 12.3 変位量

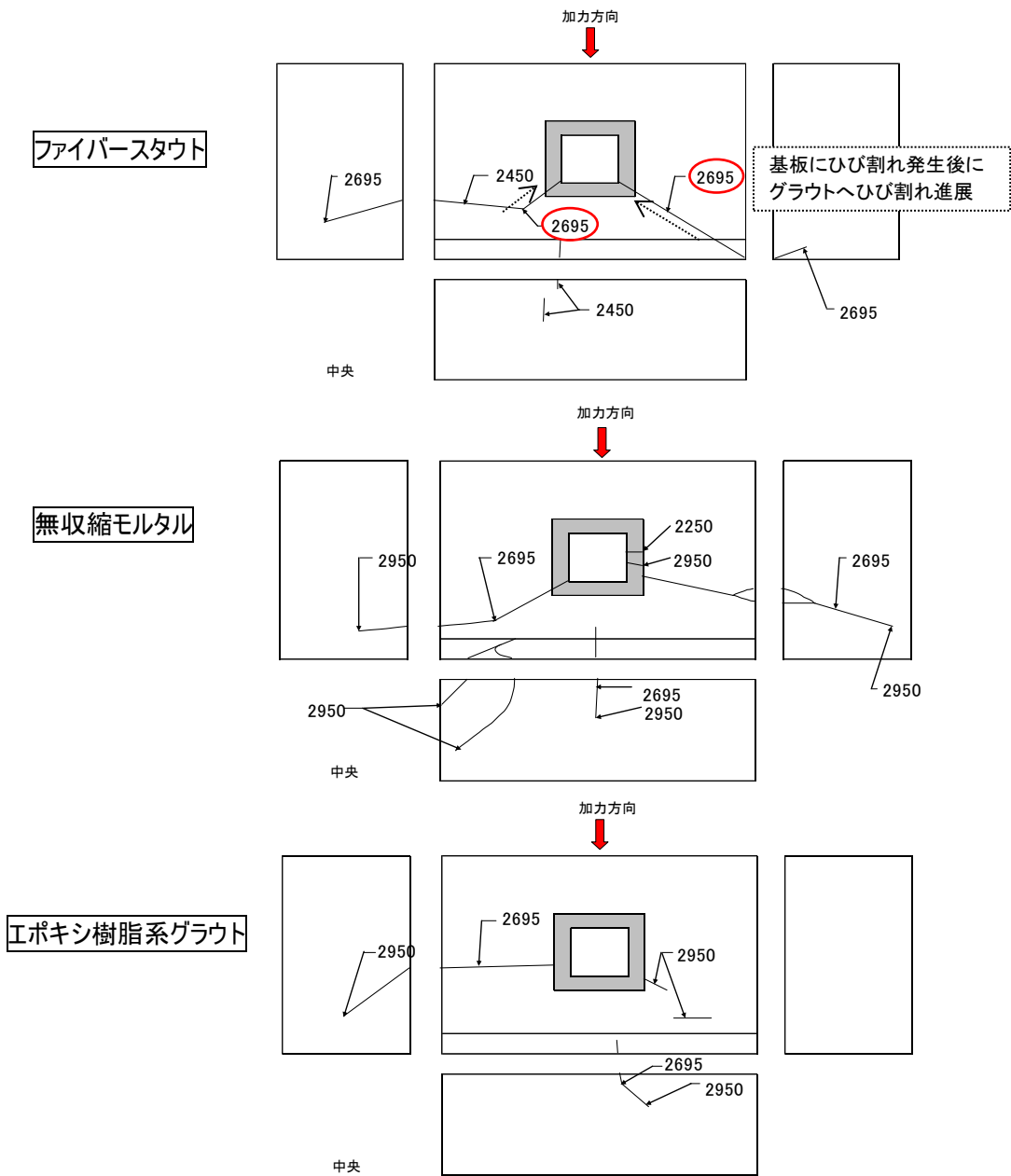


図 12.4 ひび割れ発生位置と荷重



写真 12.1 手摺ユニットへの載荷状況



写真 12.2 目視観察状況



「ファイバースタウト」
写真 12.3 除荷後の状況



「無収縮モルタル」
写真 12.4 除荷後の状況



「エポキシ樹脂系グラウト」
写真 12.5 除荷後の状況

13. 耐水平荷重[R部支柱]

1) 試験方法

・試験方法は、優良住宅部品性能試験方法書 墜落防止手すり BLT SR-2008 支柱の水平荷重試験(R部) (床支持):BLT SR-08 に準拠した。

試験体となる手摺支柱を図 13.1 に示す。支柱脚部のコンクリートを固定架台に取付け、支柱頂部を加力点として、水平荷重を加えた。加力は、支柱を面外方向に 45°の角度で、破壊または所定の荷重に達するまで連続的に加えた。図 13.2 の荷重プロセスに従い各ステップにおいて変位を測定するとともに目視観察を行った。最大 2,950N/m(3,540N/スパン)を目安とした。

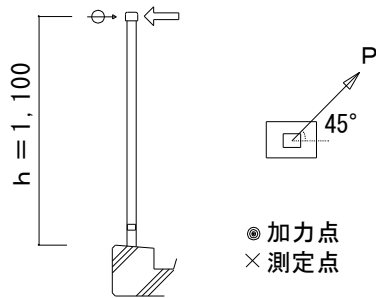


図 13.1 R 部支柱の試験体

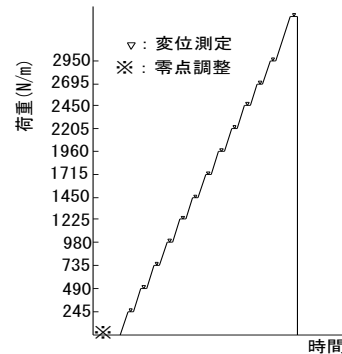


図 13.2 荷重プロセス

2) 試験結果

ひび割れ発生時の荷重や試料かコンクリートのどちらが先に割れたかなどにより相対比較評価したところ「ファイバータイト」=「エポキシ樹脂系グラウト」>「無収縮モルタル」となった。

「ファイバータイト」はひび割れ発生がなく良好な結果となった。

表 13 目視観察結果

荷重	ファイバースタウト	無収縮モルタル	エポキシ樹脂系グラウト
1715N/m	—	—	基板コンクリート引張側コア直近にひび割れ発生(グラウトに引張られた)。以降、ひび割れが徐々に延長。
2450N/m	—	支柱コーナー部のグラウトにひび割れ発生。以降、ひび割れが延長しコンクリートへ進展。	—
2950N/m	基板コンクリート、グラウトとも異常なし。	—	基板コンクリート圧縮側へのひび割れはなし。引張側コア直近のひび割れは進展。グラウトの異常なし。

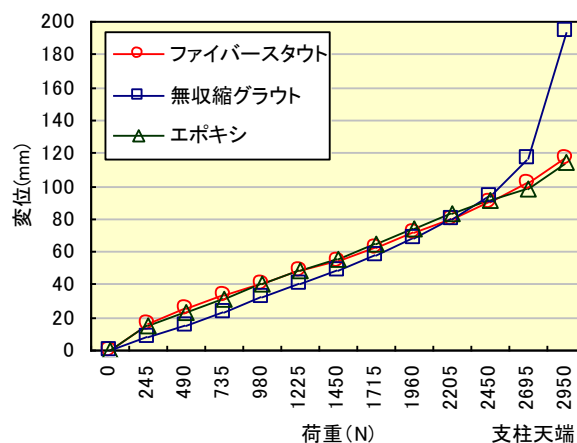


図 13.3 支柱の変位量

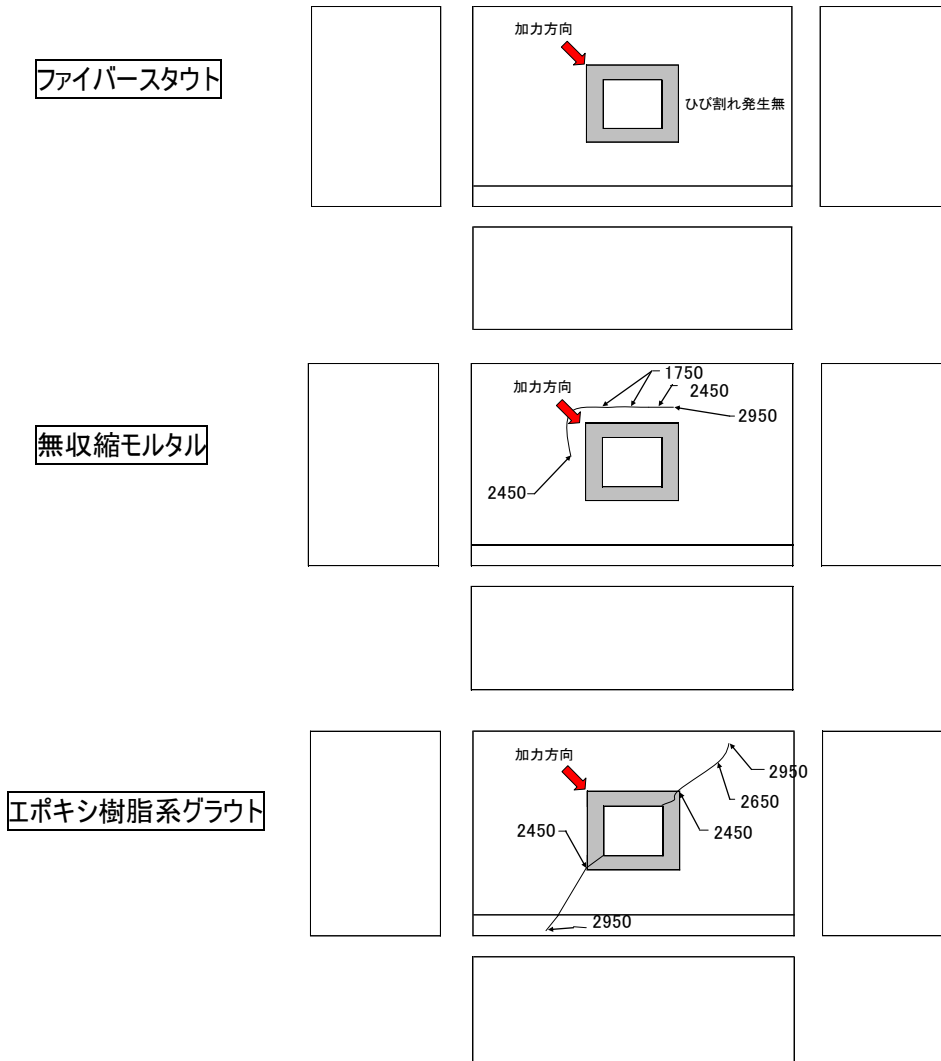


図 13.4 ひび割れ発生位置と荷重



写真 13.1 支柱への載荷状況



「ファイバースタウト」



「無収縮モルタル」



「エポキシ樹脂系グラウト」

写真 13.2 除荷後の状況

写真 13.3 除荷後の状況

写真 13.4 除荷後の状況

14. 耐衝撃荷重[手摺支柱]

1) 試験方法

- 試験方法は、日本建築防災協会「ガラスを用いた開口部の安全設計指針」に準拠した。アルミ手摺支柱用の所定のコンクリート基板のコアに試料で固定した支柱(高さ 1100 mm)を対象とした。

試験体となる手摺支柱を固定架台に取り付け、支柱頂部を加力点とした。衝撃点であるサヤ管中心から 45kg のショットバックの重心までの距離が 2m となるようにひもで吊るし、75cm の高さから落下させて衝撃荷重を与えた。衝撃回数は最大 5 回とし、衝撃 1 回毎に試料およびコンクリート基板へのひび割れ発生等の異常の有無を目視にて観察した。

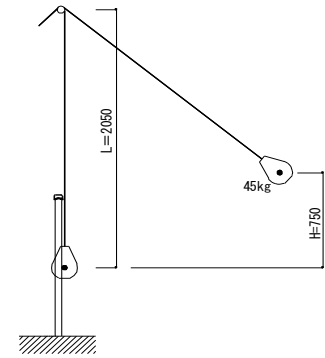


図 14.1 衝撃荷重試験

2) 試験結果

衝撃荷重はファイバースタウトとエポキシ樹脂系グラウトについて 5 回載荷したが、各載荷において異常は認められなかった。

表 14 衝撃後の目視観察結果

回数	ファイバースタウト	エポキシ樹脂系グラウト
1	ひび割れなし	ひび割れなし
2	ひび割れなし	ひび割れなし
3	ひび割れなし	ひび割れなし
4	ひび割れなし	ひび割れなし
5	ひび割れなし	ひび割れなし



写真 14.1 試験の状況



「ファイバースタウト」

写真 14.2 衝撃 5 回後の状況



「エポキシ樹脂系グラウト」

写真 14.3 衝撃 5 回後の状況

■「ファイバースタウト」「無収縮モルタル」「エポキシ樹脂系グラウト」の性能比較一覧

項目	方法等		単位	ファイバースタウト		無収縮モルタル		エポキシ樹脂系グラウト	
線膨張係数	JHS416,60℃～-20℃		1/℃	1.40×10 ⁻⁵		1.15×10 ⁻⁵		7.50×10 ⁻⁵	
圧縮強度	JIS A1108	3時間	N/mm ²	12.6		—		—	
		6時間		16.0		—		—	
		1日		33.6		—		—	
		3日		43.7		—		—	
		7日		55.7		55.3		50.0	
		28日		65.4		65.9		56.2	
圧縮 静弾性率	JIS A1149	7日	N/mm ²	2.02×10 ⁴		2.47×10 ⁴		2.47×10 ³	
		28日		2.15×10 ⁴		2.52×10 ⁴		2.55×10 ³	
直接 引張強度	特殊治具と接合し 引張載荷	7日	N/mm ²	3.96		2.11		—	
		28日		5.05		2.53		—	
引張 静弾性率	JISA1149	7日	N/mm ²	2.10×10 ⁴		2.56×10 ⁴		—	
		28日		2.24×10 ⁴		2.63×10 ⁴		—	
曲げ強度	JISR5201	7日	N/mm ²	13.9		10.2		17.1	
		28日		16.1		11.7		19.0	
ひび割れ 抵抗性	水中(12H)→冷却 (-10℃・12H)→ 加熱(70℃・12H)	サイクル	位置	試料	基板	試料	基板	試料	基板
		15	ひび割れ の発生	無	無	—	—	—	—
耐引抜き力	鞘管に特殊治具 を取付け建研式 接着試験器で引 抜き	吸水調整材	温冷繰返し	無	有	無	有	無	有
		2倍	kN	30	30	—	—	—	—
		3倍		30	30	—	—	—	—
		無		30	30	—	—	28.5	30
耐繰返し 水平荷重 (疲労)	PC鋼棒の支柱試 験体を特殊治具 で疲労試験機に 固定し 1470N/m 相当の荷重で 3600 サイクル載荷	サイクル	位置	試料	基板	試料	基板	試料	基板
		300	ひび割れ の発生	無	無	有	無	無	無
		600		無	無	無	無	無	無
		900		無	無	無	無	無	無
		1800		無	無	無	無	無	有
		2700		無	無	無	有	無	有
		3600		無	無	無	無	無	有
最終	無	無	有	有	無	有			
衝撃強さ	JISK7111プラスチックシャルピ ー衝撃特性の求め方	kJ/m ²	たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ	
			2.32	2.11	0.56	0.68	0.78	1.01	
防せい性	鉄筋コンクリート補修用防錆 材の品質基準(案)	発錆率 %	基材	試料	基材	試料	基材	試料	
			47.6	7.6	67.4	29.4	63.6	5.0	
手摺ユニット 水平荷重	BLT SR-05 手摺ユ ニットの水平荷重 試験によるひび割 れ観察	N/m	位置	試料	基板	試料	基板	試料	基板
		2200	ひび割れ の発生	無	無	有	無	無	無
		2450		無	有	無	無	無	無
		2695		有	有	有	有	無	有
2950	無	無		有	有	無	有		
R 部支柱 水平荷重	BLT SR-08 R 部手 摺支柱の水平荷 重試験によるひび 割れ観察	N/m	位置	試料	基板	試料	基板	試料	基板
		1715	ひび割れ の発生	無	無	無	無	無	有
		2450		無	無	有	無	無	有
2950	無	無		有	有	無	有		
支柱 衝撃荷重	45kg のショットバッ クを 2m のひもで 75cm から落下	衝撃	位置	試料	基板	試料	基板	試料	基板
		5回	ひび割れ発生	無	無	—	—	無	無