

スラブ下面被覆技術の開発

— 基礎研究 —

渡邊 高朗* 市川 裕一* 吉田 眞章**

要約： 本研究開発は、既存建物の躯体補強や補修において、簡易に施工可能な被覆工法を開発することを目的とする。工法の概要は次の通りである。劣化した既存スラブ下面にあと施工アンカーを打設し押し出し成形セメント板（以下、セメント板）を固定する。さらにセメント板と既存スラブの間にグラウト材を圧入し一体化を図る工法である。本実験では、セメント板の取付けおよびグラウト実験を行い施工性の検証を行った。また、曲げ構造実験を実施し、スラブ構造体と被覆部分の挙動の確認検証を行った。

施工実験の結果、セメント板の取付けは精度よく簡易に行うことが可能であることを確認した。グラウト実験では、流動性の良いグラウト材は通常のグラウト材に比較して大幅に施工時間を短縮できることを確認した。グラウト材の圧入結果は、グラウト材の性能に関わらず良好であることを確認した。

曲げ構造実験では、グラウト材の性能に関わらずセメント板の曲げ破壊により最大耐力を迎える結果となった。最大耐力に至るまでは曲げひび割れや被覆部分のズレは見られず、弾性体としての挙動を示した。以上実施工に向けた基礎データを得ることができた。

キーワード： かぶり、グラウト、押し出し成形セメント板、被覆

- 目次：**
- | | |
|-----------------|------------|
| 1. はじめに | 3. 実験計画 |
| 2. 被覆工法の概要と研究目的 | 4. 実験結果と考察 |

1. はじめに

リニューアル市場が年々拡大するなか、既存建物の躯体補強や補修により寿命の延命化が図られる工事が増加している。そのうちRCスラブの下面におけるかぶり部分が使用環境の影響により劣化し、または元々不足し構造性能や耐久性を損なっている場合が見受けられる。使用環境の影響を例にとると、共同住宅等の廊下やバルコニーなどは経年劣化によりかぶり部分の剥落が考えられ、屋内プールの直上スラブ等では塩酸による過酷な環境により劣化が進行する。また倉庫などのスラブでは、大きな積載荷重が常時作用したり、フォークリフトの走行による繰り返し疲労で劣化が進行する事例が挙げられる。

これらスラブ下面の劣化に対し既存の補修工事では、ショットクリートの吹付け、あるいはスラブの打ち直し等が採用されている。しかしこれら工法は、工事に伴う養生手間の増加や使用再開までの工期が長期化する。

このような背景のなか建築エンジニアリング部では、短時間でスラブの下面被覆を行いかぶりの確保が可能な工法を開発を進めている。本報では、施工性の検証と基礎的な構造性能を確認する基礎実験の結果を報告する。

2. 被覆工法の概要と研究目的

図1に被覆工法の概要を示す。

本工法は、対象となるスラブにあと施工アンカーを打ち、これに押し出し成形セメント板を固定し、既存スラブとセメント板の間にグラウト材を圧入することで一体

化を図るものである。

実験に用いた押し出し成形セメント板は図1に示すとおり、型枠兼用材に用いる断面が半割のタイプとした。あと施工アンカーは既存スラブが劣化していることを考慮し、躯体損傷の少ないアンダーカットアンカーを選定した。このタイプの金属系アンカーは、ドリルで底底削孔してアンカーを打込むタイプである（図2参照）。

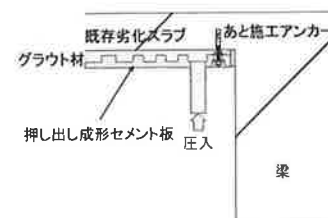


図1 被覆工法の概要

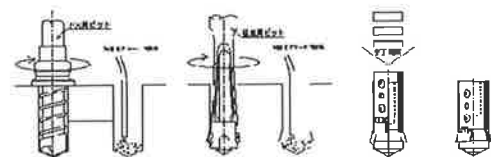


図2 アンダーカットアンカー

今回は、以下の事項を検証するため基礎実験を行う。

- ・セメント板取付け方法の施工性検証
- ・グラウト材の性能による施工性データ収集
- ・曲げ実験によるスラブと被覆部分の挙動把握

3. 実験計画

3.1 スラブ

スラブ試験体を図3に示す。スラブは6mスパンの規模を想定し、その1/2スケールで製作を行った。スラブ短辺方向を単位幅に切り出したものとし、全長3700mm×幅1050mmとしている。厚さは75mmである。コンクリート圧縮強度は、4Wで35.5(N/mm²)であった。配筋は、上端筋がタテヨコ共通でD6@125mm、下端筋がタテD6@197mmヨコD6@191mmとなっている。

3.2 押し出し成形セメント板

図4に被覆部分の構成を示す。押し出し成形セメント板(三菱マテリアル建材社製)は、全長2500mm幅490mmである。本セメント板を2枚並べ、上記スラブ下面に1枚当たり6箇所のアンダーカットアンカー(日本ヒルティ社製)で固定した。セメント板とスラブの間隙を10mmとなるよう、図4に示すレベル管理ナットをセットし固定を行う。

2枚のセメント板に20mmの間隙を設け、それぞれ性能の異なるグラウト材を用い施工実験を行うこととした。

3.3 グラウト材

本施工実験で使用したグラウト材は、デグサ社製のマスターフロー870グラウト、およびマスターフロー870グラウトYタイプである。マスターフロー870グラウトは、通常のグラウト工事に用いられる非金属骨材系の材料である。一方マスターフロー870グラウトYタイプは、前者よりさらに流動性に優れたタイプである。

実施工では施工規模により、材料単価が上がってもグラウト前の目止め処理等の手間が少なくなり工事費が抑えられる場合や、小規模では多少目止め処理が多くとも材料費を抑え工事価格を低減させる場合が生じる。これらの場合分けを行う際の基礎資料として、本施工実験で歩掛を得ることとする。

3.4 曲げ構造実験

グラウト施工実験終了後、適切な養生期間を取り、被覆部分と一体化したスラブをコンクリートカッターで切断分割を行った。分割は、セメント板の大きさになるように長辺方向を2等分し短辺方向の両端を切断した。切断後の大きさは、長辺2500mm幅525mmである。

図5に荷重模式図を示す。荷重は単純梁形式とし、支持スパンは2000mmとした。曲げ実験は、当社技術研究所の200tonアムスラーにより行い、加力点に設置したロードセルにより荷重を測定した。スラブ上面およびセメント板下面にひずみゲージを設置し、スパン中央の垂直変形とセメント板とスラブの水平ズレを変位計を設置し計測した。

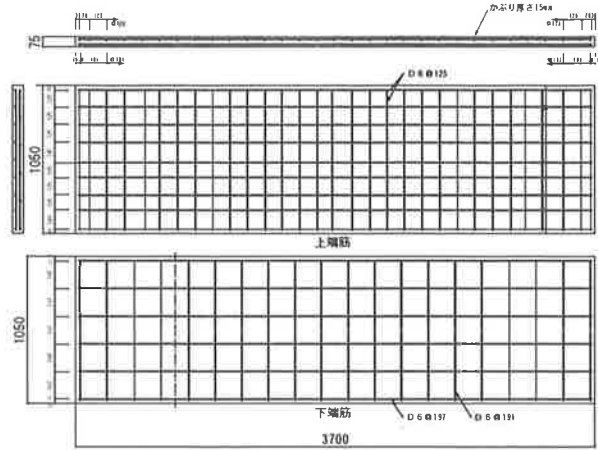


図3 スラブの概要

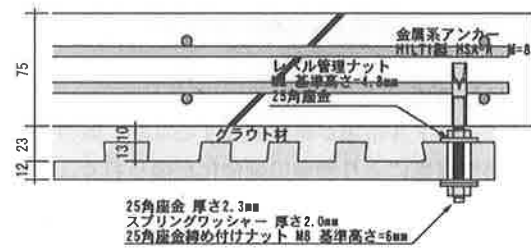
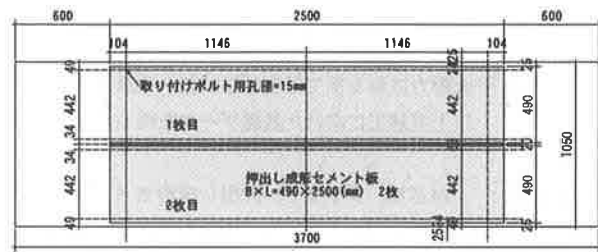


図4 被覆部分の構成

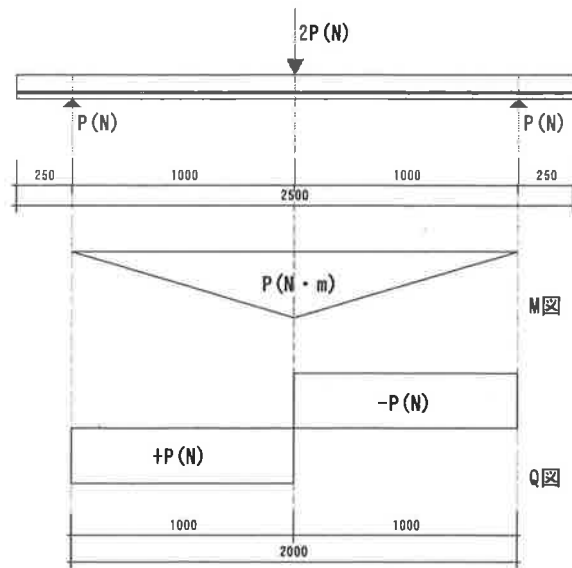


図5 荷重模式図

4. 実験結果と考察

4.1 セメント板の設置およびグラウト実験

写真1にセメント板の取付け状況を示す。

セメント板は、鳶工1名土工1名の計2名で取付け作業を行い、2枚のセメント板を約20分で行った。作業は単純であり、固定位置の精度は極めて良好であった。

図6にグラウト材圧入方法を示す。

グラウトは、圧入口を一方のセメント板短辺に、吐出口を他方の短辺に対角となるように設け行った。セメント板周辺には型枠と急結モルタルにて目止めを施した。

グラウト施工の結果を表1（マスターフロー870・マスターフロー870Y）に示す。

グラウト材の流動性を示す試験指標であるJロート試験結果は、マスターフロー870で10.07秒、マスターフロー870Yで7.95秒であった。マスターフロー870Yタイプはマスターフロー870に比較して流動性に富むことが分かる

両者のグラウト施工時間は、マスターフロー870が45分、マスターフロー870Yが15分であった。このことから、流動性に富んだマスターフロー870Yタイプがマスターフロー870に比較して1/3の作業時間でグラウトできる結果となった。

グラウト施工7日後に、目止め型枠等を解体しグラウト状況を確認した。写真2に、この状況を示す。

グラウト施工の結果は、マスターフロー870およびマスターフロー870Y共に良好であり、材料の違いによる差異は認められなかった。

表2に、グラウト材の材令7日目の試験結果を示す。

圧縮強度、ヤング係数、曲げ強度は、材料の違いによらずほぼ同じ値を示した。

押し出し成形セメント板の材料物性は、メーカーの試験結果を引用すると以下の通りである。

ヤング係数 22.5×10^4 (N/mm²)

曲げ強度 22.3 (N/mm²)

グラウト施工実験結果より、以下の知見を得た。

- ・ 流動性に富むグラウト材を用いることで、通常用いるグラウト材より大幅に施工時間を短縮することが可能である。
- ・ 流動性の異なるグラウト材を用いても、グラウト充填性に差はなく良好な結果を得た。
- ・ グラウト材の硬化後の材料試験結果に差はない。

実施工においては、施工面積に応じ材料の選定を行う際、本実験結果を参考にされたい。



写真1 セメント板取付け状況

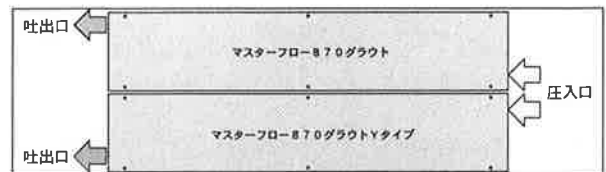


図6 グラウト材圧入方法

表1 グラウト実験結果一覧

マスターフロー870			
外気温(°C)	12.5	Jロート試験結果	
水温(°C)	20.0	1回目(秒)	10.04
材温(°C)	9.5	2回目(秒)	10.09
練り上り温度(°C)	18.0	平均値(秒)	10.07
水量(L)/袋	4.4	施工時間結果(分)	45

マスターフロー870Y			
外気温(°C)	12.0	Jロート試験結果	
水温(°C)	20.0	1回目(秒)	7.94
材温(°C)	10.5	2回目(秒)	7.95
練り上り温度(°C)	19.0	平均値(秒)	7.95
水量(L)/袋	4.4	施工時間結果(分)	15

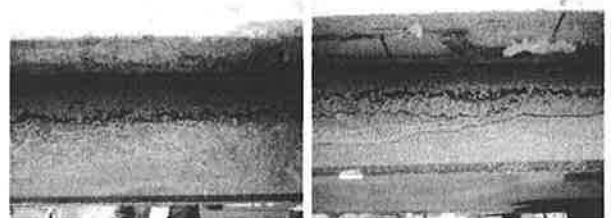


写真2 グラウト7D結果(左870タイプ・右870Yタイプ)

表2 グラウト材料試験結果

グラウト材種類	平均圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)
870タイプ	42.0	17.8	5.44
870Yタイプ	39.9	17.7	4.89

4.2 曲げ構造実験結果

A) グラウト870タイプ

写真3にグラウト870タイプの曲げ破壊時の状況を、図7に荷重－変形曲線を示す。

グラウト870タイプは、荷重と変形が直線的な関係で増加し、スラブ中央の加力板近傍に曲げひび割れが発生し最大荷重を迎え曲げ破壊に至った。ひび割れは、この曲げひび割れ以外見られなかった。

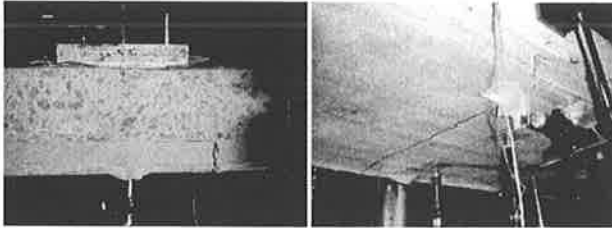


写真3 グラウト870破壊状況

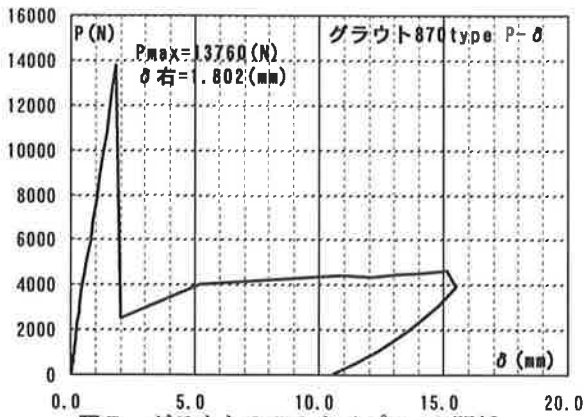


図7 グラウト870タイプP-δ関係

図8に、セメント板とスラブの荷重と水平ずれの関係を示す。曲げ破壊に至るまで、セメント板とスラブの水平ずれはほとんど生じていないことが分かった。

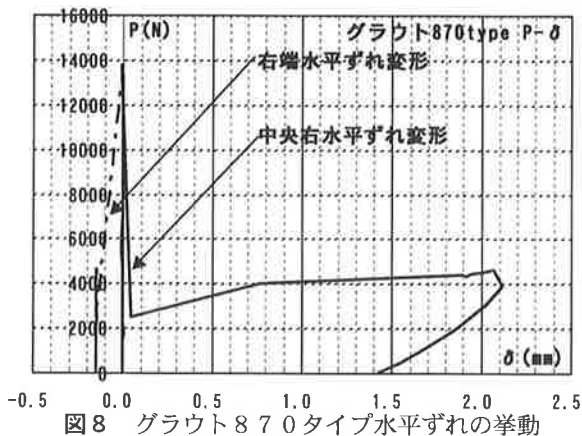


図8 グラウト870タイプ水平ずれの挙動

図9に、荷重と試験体中央上下端のひずみの関係を示す。上端・下端ともに対称となるようにひずみの増加傾向を示し、曲げ破壊に至るまでは弾性体として平面保持を保っていたと考えられる。

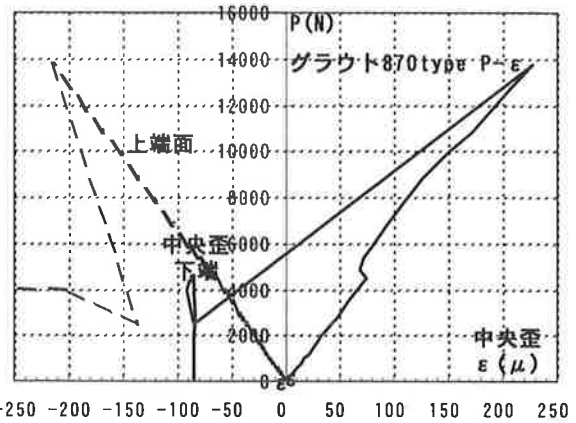


図9 グラウト870タイプP-ε関係

これらの結果から、スラブとグラウト材および押し出し成形セメント板は、曲げ破壊に至るまでは一体化した挙動を示していると推察される。

B) グラウト870Yタイプ

写真4にグラウト870Yタイプの曲げ破壊時の状況を、図10に荷重－変形曲線を示す。

グラウト870Yタイプは、870タイプと同様に荷重と変形が直線的な関係で増加し、スラブ中央の加力板近傍に曲げひび割れが発生し最大荷重を迎え曲げ破壊に至った。ひび割れは、この曲げひび割れ以外見られなかった。

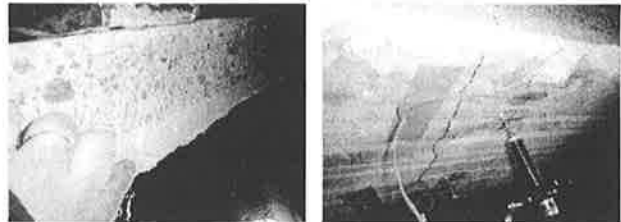


写真4 グラウト870Y破壊状況

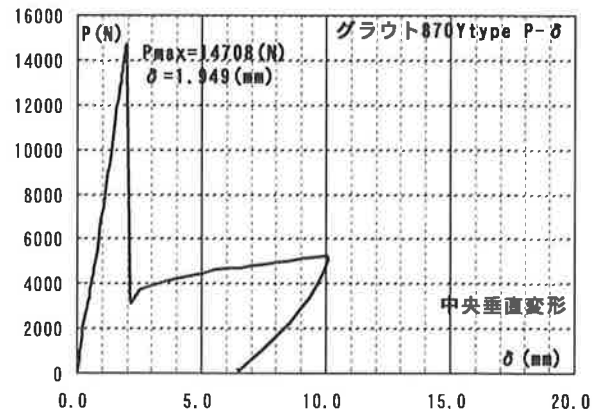


図10 グラウト870YタイプP-δ関係

図11に、セメント板とスラブの荷重と水平ずれの関係を示す。曲げ破壊に至るまで、セメント板とスラブの水平ずれはほとんど生じていないことが分かった。

図12に、荷重と試験体中央上下端のひずみの関係を示す。上端・下端ともに対称となるようにひずみの増加傾向を示し、曲げ破壊に至るまでは弾性体として平面保

持を保っていたと考えられる。

以上より、グラウト材の性能に関わらず同じ曲げ挙動を呈していることが確認された。

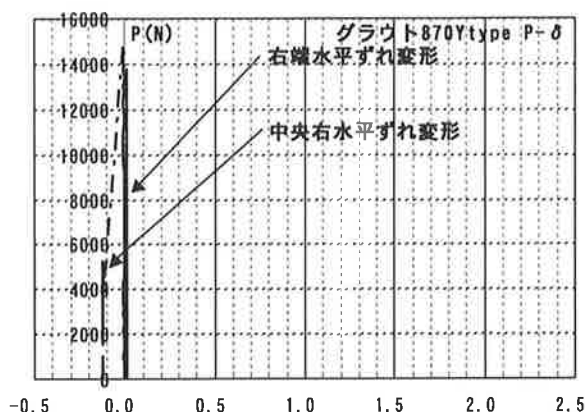


図11 グラウト870Yタイプ水平ずれの挙動

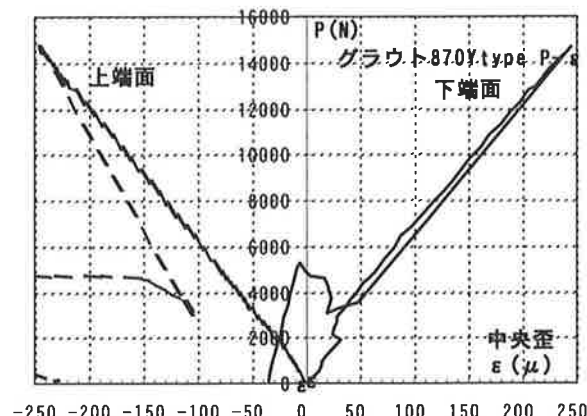


図12 グラウト870YタイプP-ε関係

謝 辞

本研究開発にご協力頂いた、日本ヒルティ株式会社営業開発部窪田様にこの場をお借りしお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 日本建築学会 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 1999年11月
- 2) 日本建築学会 各種合成構造設計指針同解説 1999年7月

DEVELOPMENT OF THE SLAB LOWERS SIDE COATING TECHNOLOGY

T.Watanabe, H.Ichikawa, M.Yoshida

This research and development aims to develop the coating industrial method that can be simply constructed when putting on under the slab is insufficient. The outline of the industrial method is as follows. The construction anchor is placed under deterioration and existing a slab and ECP is fixed. In addition, it is an industrial method that press-fits the grout material to the space of ECP and an existing slab and attempts integrating. In the actual experiment, it installed, it experimented on grout, and construction was verified about ECP. Moreover, the bend structure experiment was executed, and the confirmation verification of behavior in the slab structure and the coating part was done.

It was confirmed to install ECP in accuracy simple as a result of the construction experiment. In the grout experiment, the grout material with good liquidity was able to shorten the construction time greatly compared with a usual grout material or was confirmed. The press-fitting result of grout was not able to be related to the performance of the grout material and it was confirmed that it was excellent.

In the bend structure experiment, it became the result of looking back on the maximum power by the bend destruction of ECP regardless of the performance of the grout material. The gap of the bend crack and the coating part was not seen, and behavior as the elastic body was shown until the maximum power was faced.

The basic data for the execution worker was able to be obtained above.

