

補修・補強用吹付けモルタルのひび割れ制御に関する実験的検討

東急建設株式会社 正会員 ○鈴木 将充, 前原 聡, 早川 健司, 伊藤 正憲

1. はじめに

コンクリート構造物の補修・補強では、施工条件および環境条件の制約から、型枠を使用せずに、既設コンクリートと確実な付着性が得られるモルタル吹付工法で断面修復や増厚する補修・補強の事例が増えている。しかし、断面修復や増厚する場合、モルタルの厚みが 100mm 以下と薄層であることや既設コンクリートから受ける拘束と表面の乾燥収縮による引張応力でひび割れが発生し、有害なひび割れとなる場合がある。

モルタルはコンクリートに比べて長さ変化が大きいため、ひび割れ抵抗性は、単位水量の低減や膨張材、繊維等の混入によって確保されていると考えられる。吹付けモルタルのひび割れ抵抗性を評価する指標として、断面修復等に用いられるモルタルの長さ変化率が各機関において規格化されているが、それぞれの試験方法は異なり統一されていないのが現状である¹⁾。また、長さ変化率は乾燥開始後の変化量として示されることが多く、必ずしも自己収縮や膨張等の水和初期の挙動を含んだものとなっていない。これらの挙動は、既設コンクリートや鉄筋の拘束条件、モルタルの断面寸法等によって異なると考えられ、補修・補強のような薄層施工の場合について、十分な知見が得られていないものと考えられる。

このような背景から、本研究では、補修・補強に用いられる吹付けモルタルを対象として実施工に則した現象を明確にすることを目的とし、実構造物を想定した拘束条件下における各種吹付けモルタルのひび割れ発生・進展について実験的に検討を行い、ひび割れ幅、累計ひび割れ長さを基に算出したひび割れ面積率にて定量的に評価した。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

表 - 1 に吹付けモルタルの諸元を示す。吹付けモルタルは、湿式吹付け工法とし、目標強度 50N/mm²、繊維混入率 0.1Vol%で水結合材比が 35%、38%との 4 配合とした。一般的に、膨張材は一定量を添加することで、材齢 7 日までの初期材齢において長さ変化率で 0.015～0.0250%程度膨張し、モルタルおよびコンクリートに収縮補償効果を付与する。

表 - 1 吹付けモルタル諸元

No.	目標強度 (N/mm ²)	水結合材比 (%)	繊維混入率 (Vol%)	混和材	長さ変化率 (%)
1	50	38.0	0.1	なし	0.104
2 EX		38.0		EX20kg/m ³ 置換	0.094
3 FA		35.0		FA10%置換	0.098
4 EX		10.9※	-	EX混入	0.065

※練混ぜ水/(粉体+細骨材)

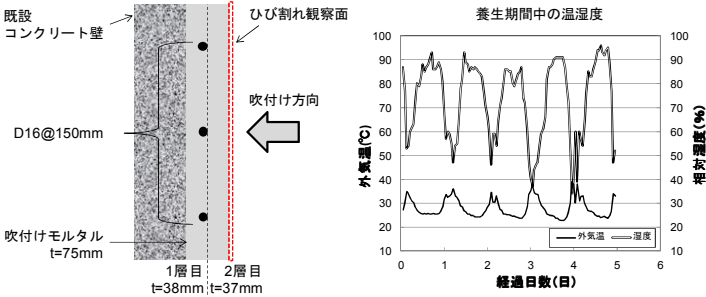


図 - 1 試験体概要および環境条件

本検討では、混和材として膨張材と単位水量を低減し収縮抑制効果があるとされているフライアッシュ²⁾を用いた。吹付けモルタルの配合は、No.1 として混和材を使用しない基本配合とした。No.2 EX は、基本配合をもとに膨張材をセメントと 20kg/m³置換し、No.3 FA はフライアッシュをセメント質量 10%置換して単位水量を低減させた。また、比較対象として、膨張材が混入されている市販のプレミックス材 (No.4 EX) を選定した。

吹付けモルタルの長さ変化率は、40mm×40mm×160mm の型枠に吹付けモルタルを打込み後、密封養生とし、材齢 7 日から乾燥を開始したものを埋込み型ひずみ計にて測定した。環境条件は、温度 20℃、相対湿度 60%とし、乾燥期間 28 日の長さ変化率を JSCE-K561「コンクリート構造物用断面修復材の試験方法」を基に算出した。

2. 2 実大試験体ひび割れ観察方法

図 - 1 に試験体概要および環境条件を示す。吹付け対象は、屋外に構築された厚さ 300mm、圧縮強度 45N/mm² 程度の既設コンクリート壁の側面であり、各試験面は吹付け厚さ 75mm、幅 1.0m×高さ 1.5m とした。吹付け層内には D16@150mm、かぶり 37mm で配筋し、吹付けは、1 日目に鉄筋表面まで、2 日目に表面までの 2 層施工とした。養生期間中は、日射、風の影響を受けないよう封緘養生とした。養生期間中の環境は、平均外気温 28℃、平均相対湿度

キーワード 吹付けモルタル, 長さ変化, 乾燥収縮, 膨張材, フライアッシュ

連絡先 〒252-0244 神奈川県相模原市中央区田名 3062-1 東急建設株式会社技術研究所 TEL 042-763-9507

74%であった。2層目吹付けから5日後に養生終了して乾燥を開始した。その後、試験体表面の観察を行い、ひび割れ発生日、ひび割れ幅、ひび割れ長さを測定した。ひび割れ幅は、最大ひび割れ幅およびひび割れ長さの400mm程度に1箇所の間隔で測定し、平均化した。吹付け面積に対して、平均ひび割れ幅と累計ひび割れ長さの積の割合をひび割れ面積率とした。

3. 実大試験体ひび割れ観察結果

表-2にひび割れ観察結果、図-2にひび割れ図を示す。ひび割れは全ての条件で発生したが、長さ変化率が最も小さいNo.4EXは、ひび割れ面積率で最小となり、最大ひび割れ幅で0.08mm程度と耐久性上、問題のない程度であると考えられる。

乾燥開始後2日で、No.1、No.3 FAに、4日でNo.2 EX、No.4 EXにひび割れが発生した。No.2 EX、No.4 EXは膨張材が混入されていることから、膨張材の有無がひび割れ発生時期に影響を及ぼしたのと考えられる。

図-3に平均ひび割れ幅、図-4に累計ひび割れ長さの経時変化を示す。No.2 EXとNo.3 FAを比較すると、両者のひび割れ面積率は、0.032%と0.028%で概ね同等であるが、No.2 EXの累計ひび割れ長さが乾燥期間14日以降でNo.3 FAよりも大きくなった。これは、No.3 FAがNo.2 EXよりも初期にひび割れが発生し、そのひび割れ幅が大きくなることで、既設コンクリートからの拘束力が緩和され、他のひび割れへの進展に影響を及ぼしNo.2 EXの累計ひび割れ長さよりも小さくなったのと考えられる。一方で、No.2 EXのひび割れは、平均ひび割れ幅でNo.3 FAよりも小さくなり、分散して発生している。

No.1とNo.3 FAを比較すると、No.3 FAのひび割れ面積率は0.028%であり、No.1の0.072%より小さくなっている。これは、フライアッシュを置換し単位水量を低減させたことで長さ変化率が0.006%程度と小さいことが影響していると考えられる。これに加え、フライアッシュの混入は自己収縮を抑制する³⁾と言われており、これもひび割れ面積率の低減に影響しているのと考えられる。

4. まとめ

実構造物を想定した拘束条件下における各種吹付けモルタルのひび割れ発生・進展に関して実験的に検討を行った。以下に、本研究の範囲内で得られた知見を示す。

- ・膨張材が混入されているモルタルは、無いものと比較してひび割れ発生の時期が遅くなった。
- ・同程度の長さ変化率のモルタルであってもひび割れの発

表-2 ひび割れ観察結果

No.	ひび割れ発生乾燥期間	最大ひび割れ幅※	ひび割れ面積率※
1	2日	0.60mm	0.072%
2 EX	4日	0.15mm	0.032%
3 FA	2日	0.25mm	0.028%
4 EX	4日	0.08mm	0.013%

※乾燥期間28日

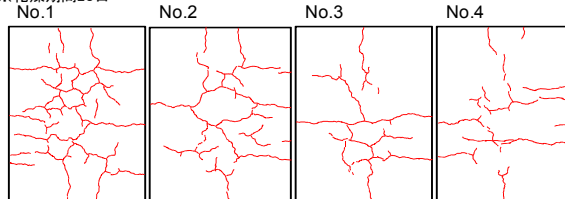


図-2 ひび割れ図(乾燥期間28日)

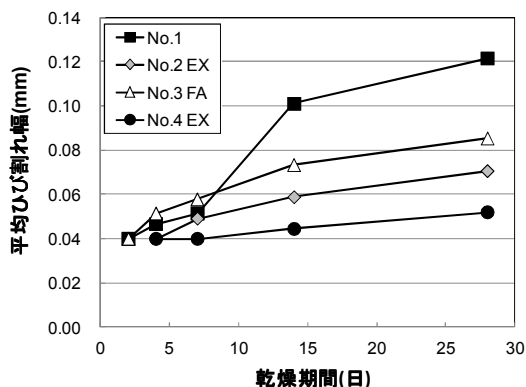


図-3 平均ひび割れ幅

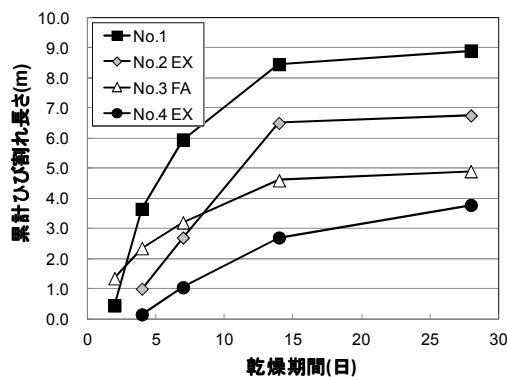


図-4 累計ひび割れ長さ

生時期が遅い場合、ひび割れ幅が抑制され、分散する傾向が見られた。

以上の結果より、膨張材の収縮補償効果と単位水量の低減が与える影響は、ひび割れ発生時期、ひび割れ幅、ひび割れ長さなど進展の過程が異なることが確認された。ただし、実施工においては様々の要因が複合的に作用し、ひび割れに至るものと考えられ、今後、それらの要因を整理し、ひび割れの発生・進展過程を定量的に評価することが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートライブラリー123 吹付けコンクリート指針(案) 補修・補強編, 2005.7
- 2) 守屋健一, 全洪珠, 嵩英雄：コンクリートの単位水量と乾燥収縮に及ぼすフライアッシュおよび高性能 AE 減水剤の影響に関する実験研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.28, No.1, 2006.7
- 3) 土木学会：コンクリートライブラリー94 フライアッシュを用いたコンクリートの施工指針(案), 1999.4