

充填材の配合がモルタル充填継手の耐荷性能に及ぼす影響に関する実験的検討

熊本大学工学部 学生会員 大田 賢志 熊本大学大学院 学生会員 森本 健斗
 熊本大学大学院 正会員 尾上 幸造 極東興和株式会社 村上 力也

1. 目的

現在日本では少子高齢化が進行し、建設業界においても若い技術者不足が度々問題となっている。また、戦後構築してきた多くの社会資本が更新期を迎えている。そのような背景を受け、建設現場における生産性の向上が課題となっている。この課題の解決策の1つとして注目されているコンクリート製品のプレキャスト化は、工期短縮や品質の差が生じにくいという点で有効である¹⁾。プレキャスト製品を利用する際には製品同士の鉄筋の接合に継手が必要となる。当研究室ではモルタル充填継手に着目し、そのコンパクト化と低コスト化を目標に研究を進めている。既往の研究²⁾より、母材破断を達成するためには高膨張型充填材の使用および挿入側鉄筋のヘッド加工が有効であることが明らかになっている。しかし高膨張型充填材は施工条件の制約があり、さらに値段が高価というデメリットがある。そこで本研究では特に充填材に着目しベースとなる結合材に膨張材を添加することによって継手の耐荷性能がどのように変化するか調べた。

2. 実験概要

(1) 使用材料および配合

本研究で使用したモルタル充填継手の断面図を図-1に示す。異形鉄筋およびスリーブは摩擦圧接による接合を行っている。また定着長は $4d$ ($=52\text{ mm}$)とした。 d は鉄筋径(本研究では 13 mm)である。本研究ではSD345のD13を用いた。またスリーブ部分に関してはS45Cを使用した。モルタル充填継手の外観を写真-1に示す。表-1に本研究で使用した充填材の配合を示す。充填材のベース結合材として普通ポルトランドセメント(密度: 3.15 g/cm^3 , 表中C)、高強度無収縮モルタル(密度: 2.86 g/cm^3 , 表中H)の2種類を使用した。膨張材は石灰系の膨張材(密度: 3.16 g/cm^3 , 以後EX)であり、酸化カルシウムと水が反応することによって生成される水酸化カルシウムの結晶がコンクリートを膨張させる材料とした。配合は充填材 1 m^3 あたりのEXを 100 kg から 200 kg まで 25 kg ずつ添加量を増加させ、同じ容積のベース結合材を減じることで作製した。

表-1 充填材の配合および材料試験結果

	W/B	W (kg/m^3)	B (kg/m^3)		膨張ひずみ ($\times 10^{-6}$)	圧縮強度 (N/mm^2)	
			ベース結合材	EX		7日	3日
C-100	0.40	557.5	1294	100	1842	41.4	66.0
C-125	0.40	557.5	1269	125	3958	36.5	55.3
C-150	0.40	557.5	1244	150	7597	37.2	67.4
C-175	0.40	557.5	1219	175	10378	25.6	53.1
C-200	0.40	557.5	1194	200	12817	26.6	62.1
H-100	0.18	335	1809	100	3387	59.0	91.7
H-125	0.18	335	1787	125	5023	47.4	82.0
H-150	0.18	335	1764	150	8662	47.4	63.2
H-175	0.17	335	1742	175	13174	40.2	62.2
H-200	0.17	335	1719	200	14703	42.9	52.8

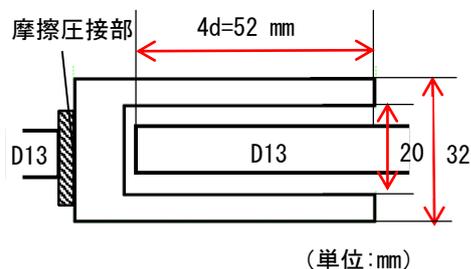


図-1 モルタル充填継手の断面図



写真-1 モルタル充填継手の外観

(2) 実験方法

充填材の膨張性能を評価するために「円筒型枠を用いた拘束膨張試験方法³⁾」を実施し、膨張ひずみを測定した。また鋼製型枠を用いてφ50×100 mmの供試体を作製し、JIS A 1108⁴⁾に準じて充填材の圧縮強度を測定した。さらに作製した充填材を用いてモルタル充填継手の供試体を作製し、その一軸引張試験を実施した。引張試験を実施するにあたって万能試験機(500 kN)を用いた。またつかみの長さは16d+定着長(mm)とした。一軸引張試験は変位制御で、載荷速度は約1.6 mm/分とした。

3. 結果および考察

表-1の膨張ひずみの結果より、高強度無収縮モルタルを用いた充填材は、セメントベースのものより膨張ひずみが大きいことがわかる。これは、高強度無収縮モルタルはEXがプレミックスされているためであると考えられる。またEXの添加量が100 kg~200 kgの範囲では膨張ひずみは単調増加しており、EXの添加量によって膨張ひずみを制御できると考えられる。

図-2および図-3にモルタル充填継手供試体の一軸引張試験の結果を示す。セメントにEXを添加した充填材(Cシリーズ)を用いた場合はすべての供試体において鉄筋の降伏前に引抜き破壊という結果となった。写真-2に破壊の様子を示す。充填材と鉄筋の付着破壊をしていることが分かる。添加量が100 kgから175 kgまでは添加量の増加によって最大荷重が増大しているが200 kg添加の供試体においては最大荷重が減少している。表-1に示す圧縮強度および膨張ひずみの結果より200 kg添加の充填材は175 kg添加のものより圧縮強度と膨張ひずみともに大きい。モルタル充填継手の一軸引張試験での最大耐荷力は175 kg添加の充填材を用いた場合が大きいことがわかる。したがって、モルタル充填継手の耐荷性能に影響を及ぼす充填材の性能として膨張性能と圧縮強度以外の要因がある可能性が考えられる。高強度無収縮モルタルにEXを添加した充填材(Hシリーズ)を用いた供試体においては、EXの添加量が150 kg以上の供試体は鉄筋が降伏域まで達し、その後引抜き破壊という結果になった。セメントの場合と同様に200 kg添加すると最大耐荷力が低下している。また、セメントと高強度無収縮モルタルでは引張試験での最大荷重において差が出ている。それぞれの最大耐荷力の最も大きかったC-175とH-150の試験体を比較しても36.9 kNの差がある。H-150の充填材は膨張ひずみがC-175より小さいがモルタル充填継手の試験体の最大耐荷力は大きくなっている。充填材の膨張性能に加え、高強度無収縮モルタルに含まれる細骨材とスリーブ内部および異形鉄筋の付着が継手の耐荷性能に寄与していると考えられる。

4. 結論

本研究により以下のことが分かった。

- 1) EXの添加量が100 kg~200 kgの範囲ではEX量の増加にともない、充填材の膨張ひずみが単調増加する。
- 2) EXの添加量が150 kg, 175 kgの場合にモルタル充填継手の耐荷性能が向上し、200 kg添加すると低下する。
- 3) 細骨材を含む充填材を用いることでモルタル充填継手の一軸引張試験の最大耐荷力が向上する。

参考文献

- 1) 道路プレキャストコンクリート工技術委員会、ガイドライン検討小委員会：プレキャストコンクリート構造物に適用する機械式鉄筋継手工法ガイドライン，2019.1
- 2) 森本 健斗，尾上 幸造，村上 力也：機械式継手の耐荷性能に及ぼす各種パラメータの影響に関する実験的検討，2019.9
- 3) 日本コンクリート工学会：JCI規準：円筒型枠を用いた膨張コンクリートの拘束膨張試験方法：JCI-S-009-2012
- 4) 日本工業規格：コンクリートの圧縮試験方法：JIS A1108 (2018)

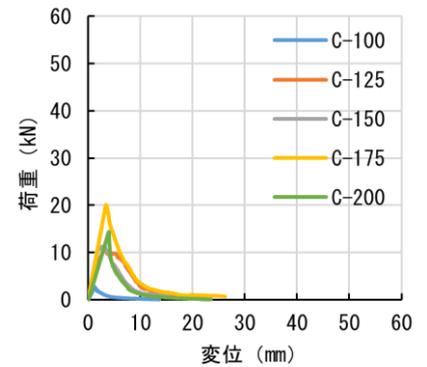


図-2 荷重-変位曲線 (Cシリーズ)

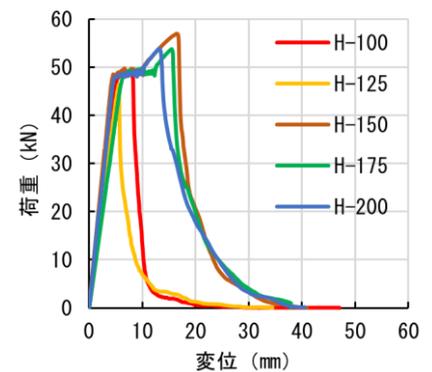


図-3 荷重-変位曲線 (Hシリーズ)



写真-2 引抜き破壊の様子
(C-150)