

論文

[1122] ポリマーセメントモルタルを用いた新旧コンクリートの打継目施工

正会員 辻 幸和 (群馬大学工学部)
 正会員 ○古澤 政夫 (群馬大学大学院)
 長谷川幹央 (大日本土木(株))
 正会員 森脇 貴志 (日本化成(株)中央研究所)

1. まえがき

新旧コンクリートの打継目の施工にあたっては、表面のレイトランス除去や十分な吸水が義務づけられている。また、鉛直打継目の施工では、セメントペースト、モルタルあるいはエポキシ樹脂の塗布が必要であり、水平打継目の施工でも、これらの塗布が打継目の付着をよくするために推奨されている¹⁾。しかしながら、これらの処理を行った場合には、旧コンクリート表面に塗布してから極めて短時間内に新コンクリートを打込まなければならず、鉄筋工および型枠工などの施工上の大きな制約となっている。

本研究では、このようなコンクリートの打継目施工に際して生じる欠点を補うために、ポリマーセメントモルタルを用いる打継目施工についての基礎データを報告する。すなわち、鉛直・水平打継目を有する供試体を作製し、曲げ強度試験を行うことによって、打継目の接着強度の特性を検討する。

2. 実験の概要

本研究では、次の4つのシリーズについて実験し、強度特性の検討を行った。

実験A. 供試体の断面寸法と打継ぎ強度との関係。

実験B. 新コンクリート打込み時における旧コンクリートの材令と打継ぎ強度との関係。

実験C. 打継目を処理するまでの時間と打継ぎ強度との関係。

実験D. ポリマーセメントモルタル塗布から新コンクリート打込みまでの時間と打継ぎ強度との関係。

打継目を有する供試体を作製する際に、旧コンクリートと新コンクリートの打継面が水平となるものと鉛直となるもの、すなわち水平打継目と鉛直打継目の2種を設定した。強度比較のため打継目を有しない一体ものの供試体についても、打込み方向がこれらと同様になるものをそれぞれ作製した(図-1参照)。ただし、実験Aで用いた供試体は、鉛直打継目のみである。

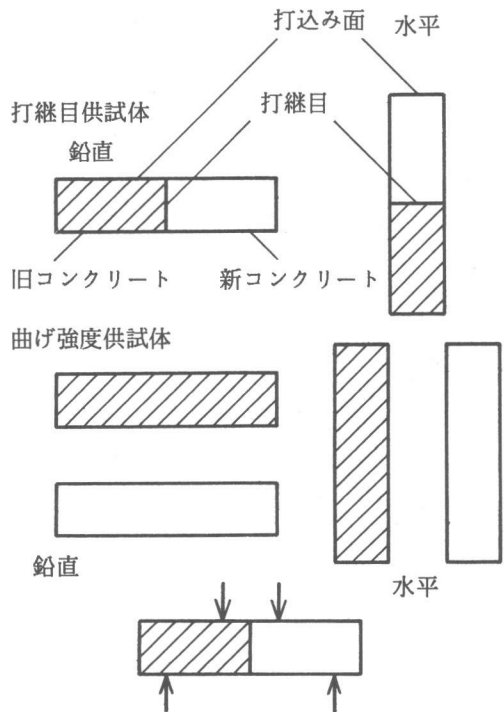


図-1 供試体の作製方法および試験方法

用いた供試体は、主として、JIS A 1132に準じる寸法が 10×10×40cm の角柱供試体であり、JIS A 1106に従ってスパン長を30cmとする3等分点荷重により曲げ試験を行った。ただし、実験Aでは、これと相似関係となる15×15×55cm（スパン長45cm）、20×20×70cm（スパン長60cm）の供試体の計3種類を作製した。

打継面の処理方法は、実験Bの一部および実験Cにおいてその処理までの時間を変化させた場合を除き、旧コンクリートの材令が48時間に達した段階で、ワイヤブラシによって表面の凹凸が2mm程度になるまで削り、材令21日まで20℃の水中養生を行った後、材令28日まで実験室内に放置した。その後新コンクリートの打込みの際に処理面に水洗い清掃を施し、セメントペーストあるいは塗布材を塗布するものとした。実験Cの供試体は、コンクリート打込み後ワイヤブラシによって処理するまでの時間を12時間から96時間（4日間）の間で変化させ、その影響を検討した。また、ポリマーセメントモルタルを用いる場合には、新コンクリートを打込むまでの時間を、モルタル塗布直後と14日後の2種とし、特に実験Dにおいては、打継面への塗布直後から14日後までの間でこれらを含む6通りの新コンクリートを打込むまでの時間を設定して供試体を作製した。新コンクリートは、その材令が3日において脱型後実験室内で湿布養生を材令21日まで行い、その後実験室内に放置した。そして、すべての供試体は、新コンクリートの材令が28日に達した段階で曲げ強度試験を行った。

コンクリートの配合は、水セメント比を65%、単位セメント量を 253kg/m³、単位水量を 164kg/m³、細骨材率を46.6%とした。セメントは普通ポルトランドセメントを、骨材は群馬県渡良瀬川産の川砂および川砂利を用いた。骨材の比重はそれぞれ2.61、2.62、粗粒率はそれぞれ2.77、6.29（最大寸法20mm）であった。

打継面に塗布するセメントペーストの水セメント比は30%とした。ポリマーセメントモルタル（以下図表中ではポリマーセメント系と略称する）のポリマーセメント比は7.2%、水セメント比は48.8%、フロー値は224である。ポリマーは、酢酸ビニル-エチレン共重合体を主成分とするものである。エポキシ樹脂系接着剤は、主剤がエポキシ樹脂、硬化剤はポリアミンと変性脂肪族ポリアミンを主成分とするものである。

3. 打込み方向が曲げ強度に及ぼす影響

打継目の無い一体ものの曲げ強度試験体の作製方法の違い、すなわちコンクリートの打込み方向の違いと曲げ強度との関係を表-1に示す。鉛直打継目供試体と同様の打込み方向で作製した一体もののコンクリートの曲げ強度の方が、水平打継目供試体のそれより高い強度を示している。これは、打込みおよびその後硬化するまでの間に粗骨材底面に生じるブリージング水の影響であると思われる。すなわち、水平打継目供試体と同様に打込むと、ブリージングによる弱い面が曲げ応力の作用方向と垂直に、すなわち破断面と平行となるため、曲げ強度が低下したのである。そして、供

表-1 打継目無しコンクリートの曲げ強度および圧縮強度 (kgf/cm²)

種類*	曲げ強度		圧縮強度	
	鉛直	水平		
実験A	旧	55.8	—	330
	新(直後)	51.1	—	263
	新(14日後)	48.8	—	245
実験B	旧	44.2	40.0	257
	新(1日目)	42.6	38.0	260
	新(3日目)	49.7	35.3	256
	新(7日目)	39.5	36.0	230
	新(14日目)	48.4	34.8	269
実験C	旧	50.4	47.8	316
	新(直後)	50.6	42.0	262
	新(14日後)	49.4	34.4	241
実験D	旧	49.8	44.0	313
	新(直後**)	46.2	37.3	268
	新(3日後)	48.6	39.5	246
	新(7日後)	46.2	36.3	221
	新(14日後)	49.7	45.2	314

* 旧：旧コンクリート，新：新コンクリート

**1時間，2時間も含む

試体の寸法が 10×10×40cm であるために、鉛直打継目のものに比べて水平打継目のものでは打込み高さが40cmと極端に高くなることも、この傾向を助長する要因である。

4. 供試体の断面寸法が打継ぎ強度に及ぼす影響

供試体の断面寸法と打継目供試体の曲げ強度の関係を図-2 に示す。一体ものすなわち打継目を有しないコンクリートの場合、断面寸法の増加とともに緩やかに減少している。また、打継目を有する供試体についても、多少のばらつきはあるものの、同様の傾向を示しているが、その減少率は一体ものに比べ、やや大きなものとなっている。これは、構造上の弱点である打継面の面積が増大すれば、その弱点の原因となる要素が介入する確率も大きくするためと考えらる。その結果、断面寸法が大きくなるに伴い、打継ぎ強度が減少するのである²⁾。

打継面の塗布方法別に検討すると、打継面にセメントペーストを塗布した後直ちに新コンクリートを打込んだ場合、その強度は一体ものに比べて 80~100%程度の高い打継ぎ強度を示している。これに対し、ポリマーセメントモルタルを塗布したものでは若干低く、40~80%程度にとどまっている。しかしながら、モルタル塗布から14日後に新コンクリートを打込んだ供試体の強度も、打込み直後のものとほぼ等しい値を示している。

なお、断面寸法が15cmの場合のばらつきは、実験誤差と思われる。

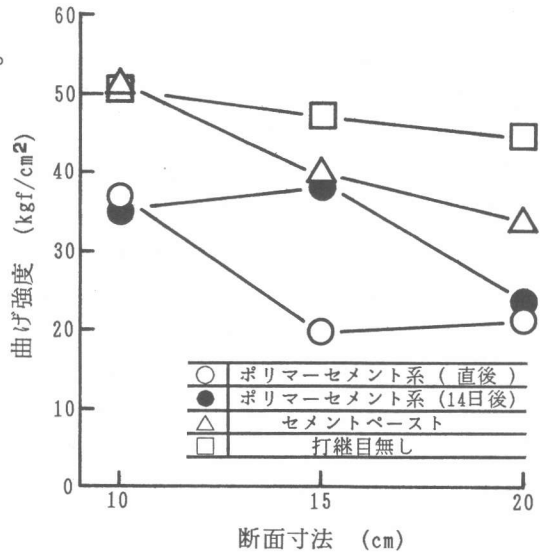


図-2 断面寸法と曲げ強度との関係

5. 新コンクリートを打込むまでの材令が打継ぎ強度に及ぼす影響

旧コンクリートの打継面をワイヤブラシによって処理した後に新コンクリートを打込むまでの時間、すなわち新コンクリートを打込むまでの旧コンクリートの材令と曲げ強度比との関係を図-3 に示す。曲げ強度比とは、打継目を有しない一体もののコンクリートの曲げ強度に対する打継ぎ強度の比率を表す。打継面の処理は旧コンクリートの材令が 1日の場合を除き、材令 2日に行った。

セメントペーストを打継面に塗布した供試体について、鉛直打継目と水平打継目を比べた場合、水平打継目供試体の方が少し高い強度を示している。また、セメントペーストを

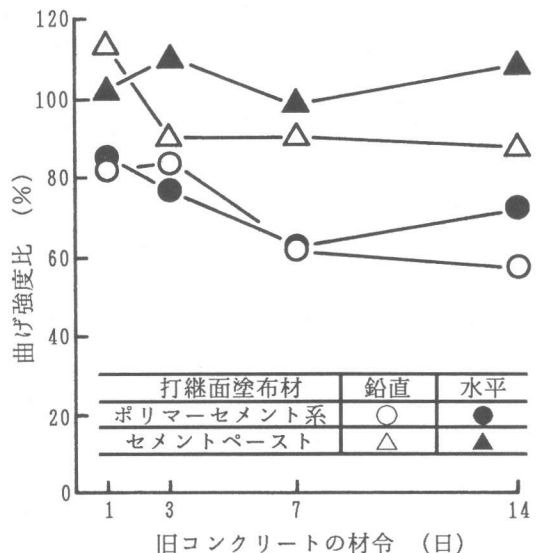


図-3 新コンクリートを打込むときの旧コンクリートの材令と曲げ強度比との関係

水平打継目に用いた場合、旧コンクリートの材令を 1日から14日まで変化させても、曲げ強度比には特に変化がなく、打継目の無いものと等しい値をとり、打継ぎ強度は新コンクリートを打込むまでの旧コンクリートの材令の影響をほとんど受けないと考えられる³⁾。しかしながら、鉛直打継目に塗布した場合には、材令 1日の曲げ強度比が他の材令に比べ大きくなった。

ポリマーセメントモルタルによって打継いだ供試体は、1日から 7日にかけて材令に伴う減少傾向が現れており、セメントペーストに比べて材令の影響を受けやすいと思われる。ここでもポリマーセメントモルタルを用いた打継ぎ強度はセメントペーストのそれを下回り、曲げ強度比にして70%前後を示した。

6. 打継面の処理までの時間が打継ぎ強度に及ぼす影響

図-4は、旧コンクリートを打込み後、打継面をワイヤブラシによって削って処理するまでの時間を変化させ、これと曲げ強度比との関係を示している。処理までの時間を12時間から96時間（4日間）まで変化させた。

処理するまでの時間の増加に伴って、曲げ強度比は緩やかな上昇を示すかあるいはほとんど変化しないかのいずれかである。本実験においては打継面の処理の基準を“打継面の凹凸が 2mm程度となるまで”と物理的に定め

たため、処理するまでの時間を多少変化させても、表面粗さが同等であるならば、その打継ぎ強度はほぼ一定であることを示すものである。ただし、セメントペーストを塗布した水平打継目供試体のように、処理するまでの時間が12時間から24時間の間で打継ぎ強度が急激に上昇し、その後は一定となるものもある。これは、あまり若材令時にワイヤブラシで削ると、打継面付近の骨材が緩み、その部分自体の強度および接着強度が低下するためと考えられる³⁾。

逆に旧コンクリートの材令が96時間に達した時点における打継面の処理は、母材の旧コンクリートもかなりの強度が得られる材令であるため、非常に困難な作業となり実用的でない。これらのことから、旧コンクリート打込み後48時間前後における打継面の処理が最適である。

7. オープンタイムが打継ぎ強度に及ぼす影響

塗布材を旧コンクリートの打継面に塗布してから新コンクリートを打込むまでの時間を、ここではオープンタイムと称する。オープンタイムと打継目の曲げ強度比との関係をエポキシ樹脂系接着剤およびポリマーセメントモルタルをそれぞれ用いた場合について図-5および図-6に示す。

エポキシ樹脂系接着剤を用いた供試体では、オープンタイムの増加に伴う打継ぎ強度の減少傾向が顕著に示されており、所定の強度を得るには極めて短時間内に新コンクリートを打込むことが要求される。施工面から考えた場合、決して良好であるとは言えない。

これに対してポリマーセメントモルタルを用いて作製した供試体では、オープンタイムの増加

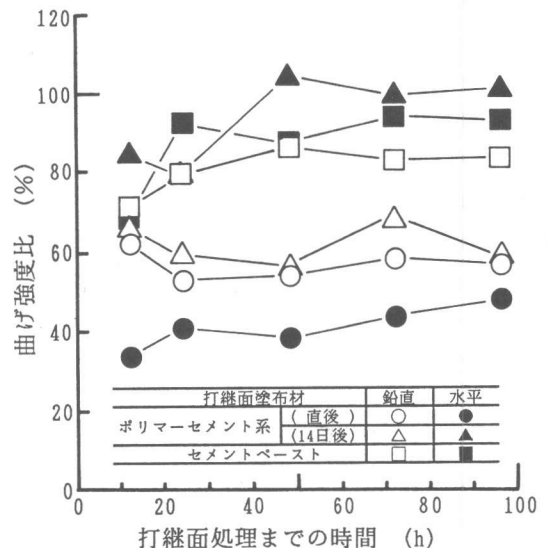


図-4 打継面処理までの時間と曲げ強度比との関係

に伴う著しい打継ぎ強度の低下は認められず、オープンタイムを14日間とったものでも曲げ強度比にして40%を低下することはない。この曲げ強度自体は、セメントペーストを用いた供試体の結果と比較すると、高いものではないが、セメントペーストを用いる場合のオープンタイムは長くても2時間程度である。また、エポキシ樹脂系接着剤を用いて打継いだ供試体では、1時間のオープンタイムをとることが困難な場合も生じることを考慮すれば、ポリマーセメントモルタルの実用性は高いと思われる。

ポリマーセメントモルタルの接着強度特性としては、鉛直に打継いだ供試体の曲げ強度比がオープンタイムにかかわらずほとんど変化しないのに対して、水平打継ぎの強度比はオープンタイムの増加に伴って上昇傾向を示す点を挙げることができる。そして、オープンタイムが3日以降14日までの間では、一体ものの80~100%の打継ぎ強度を得ている。

ポリマーセメントモルタルを用いた打継ぎ供試体の破壊面の状況を、鉛直打継目および水平打継目についてそれぞれ図-7および図-8に示す。破壊面の状況は、新・旧コンクリート、ポリマーセメントモルタルおよびそれらの界面で破壊した面積の占める割合で表しており、それぞれ3本の供試体の平均値をとった。オープンタイムをとらずに直ちに新コンクリートを打込んだ供試体では、鉛直打継目および水平打継目ともに90%以上の面積がポリマーセメントモルタル内部で破壊している。

鉛直打継目の場合、オープンタイムを増加するに従ってポリマーセメントモルタル内部で破壊する割合は減少し、新コンクリートとポリマーセメントモルタルとの間での界面破壊へと移行する。このことは、オープンタイムの増大とともにポリマーセメントモルタルと新コンクリートの付着強度が他の部分に比べて相対的に低下することを示している。また、水平打継目においては、オープンタイムが2時間まではほとんどポリマーセメントモルタルの内部で破壊していたものが、3日目以降においては、破壊面はほぼ新コンクリートが占め、打継目以外で破壊し、打継目が新コンクリートより高強度に達している。

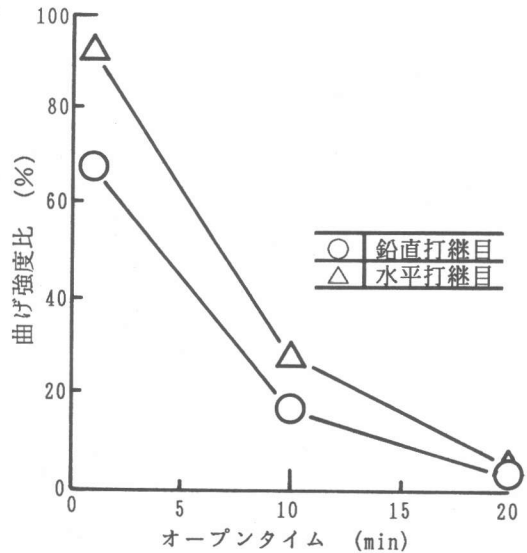


図-5 エポキシ樹脂系接着剤のオープンタイムと曲げ強度比との関係

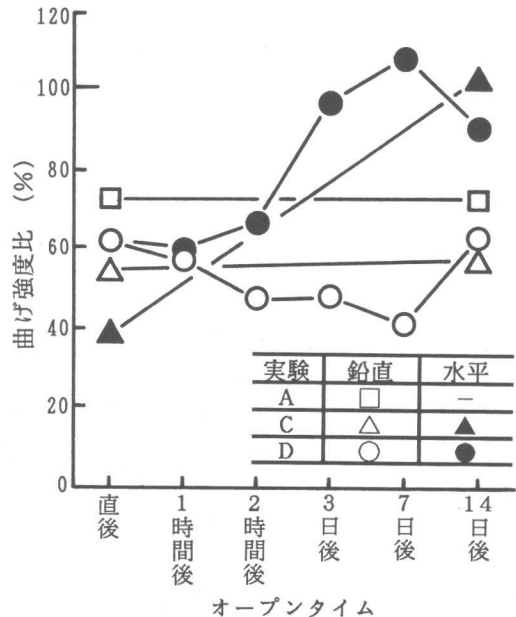


図-6 ポリマーセメントモルタルのオープンタイムと曲げ強度比との関係

このことから、ポリマーセメントモルタルを用いて打継目施工を行う場合、少なくとも3日程度のオープンタイムをとって硬化させてから新コンクリートを打込んだ方が、高い打継ぎ強度が得られ、ポリマーセメントモルタルと新コンクリートとの付着強度が低下する鉛直打継目では相殺する状態となって打継ぎ強度の変化が小さく、またその傾向が認められない水平打継目では、打継ぎ強度が上昇するものと考えられる。

8. 結論

新旧コンクリートの打継目の強度特性を検討するため、その処理方法を変化させた供試体を作製し、曲げ強度試験を行った。本研究で得られた主な結果は、以下に示す通りである。

(1) 打継ぎ強度は、打継ぐ時点における旧コンクリートの材令の経過に伴い若干の減少を示す場合がある。また、供試体の断面寸法を増加させると、打継ぎ強度も一体ものの曲げ強度と同様に低下する。

(2) 旧コンクリートの打込み後12時間といった早期に打継面を粗にすることは、強度低下の原因となる。また、反対に材令が経過するほど、打継面の処理作業は困難となるため、最適な時期を見いだすことが重要である。

(3) ポリマーセメントモルタルを用いて打継目施工を行う場合には、14日間といった長期間のオープンタイムが許されるため、モルタルを塗布した後で鉄筋工および型枠工等を実施し、その後に新コンクリートを打込むことも可能となる。

参考文献

- 1) 土木学会昭和61年版コンクリート標準示方書〔施工編〕
- 2) 沢出 稔：コンクリート打継面曲げ強度に及ぼす試験片寸法の影響，第32回材料研究連合講演会前刷集，1988年12月，pp. 253～254.
- 3) 国分正胤：新旧コンクリートの打継目に関する研究，土木学会論文集第8号，1950年11月，pp. 1～24.

破壊状況凡例

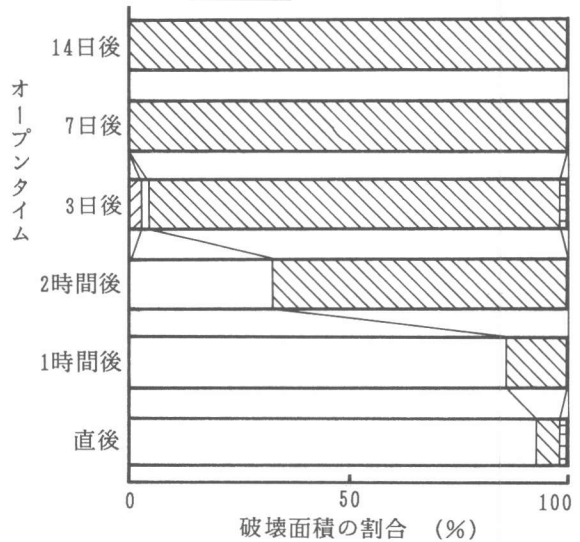
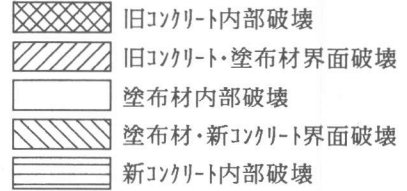


図-7 鉛直打継目の破壊状況

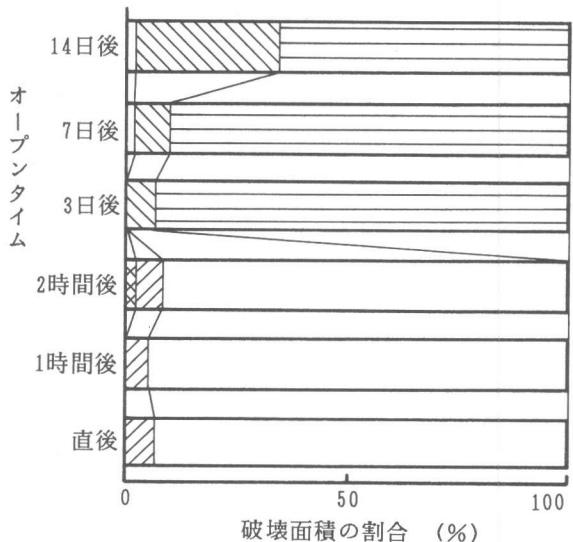


図-8 水平打継目の破壊状況