

論文

[1062] 打継ぎ用材料の塗布厚さと施工時期が新旧コンクリートの打継ぎ強度に及ぼす影響

正会員 辻 幸和 (群馬大学建設工学科)

正会員 森脇 貴志 (日本化成中央研究所)

正会員 田中 浩一 (株 大林 組)

正会員○木暮 健 (群馬大学大学院)

1 まえがき

従来から、打継ぎ用材料としては、モルタル、セメントペーストあるいは湿潤用エポキシ樹脂などが用いられてきた。特に鉛直打継目においては、これらのいずれかを用いて施工することが、土木学会コンクリート標準示方書に義務付けられている。しかしながら、旧コンクリートの打継面にこれらいずれかを塗布した後は、直ちに新コンクリートを打継ぐ必要があり、鉄筋工や型枠工と競合し、施工の隘路となっている。この施工上の制約を解消するために、打継面に塗布してから新コンクリートを打継ぐまでの時間（以下、オープンタイムと称する）を充分長くとることができる打継ぎ用材料として、ポリマーセメントモルタルの研究開発がなされてきた [1] ~ [4]。しかしながら、このような新しい材料を用いる場合には、施工誤差が生じたときの打継目の品質について把握する必要がある。

本研究では、打継ぎ用材料として用いるポリマーセメントモルタルの塗布厚さとオープンタイムを要因にとり、鉛直打継目および水平打継目を有する角柱供試体を作製し、これらの曲げ強度を打継目を有しない場合と比較した結果 [5] について、検討を加えるものである。

2 実験概要

旧コンクリートは、図-1 に示すように、打継目となる面が、打込み面に対して、それぞれ鉛直および水平の位置関係となるように作製した。また、打継目を有しない角柱供試体も旧コンクリートと同様な打込み面になるように作製した。旧コンクリートの材令が24時間に達した段階で、ワイヤーブラシにより打継面のレイタンスを除去するとともに、打継面を粗にした。旧コンクリートの材令が14日に達するまで湿布養生した後、ポリマーセメントモルタルの厚さがそれぞれ2mm、5mm、10mmとなるように、こてで塗布した。ポリマーセメントモルタルを塗布した後、オープンタイムがなし、3日と変化させて、所定の10×10×40cmの角柱供試体となるように新コンクリートを打継いだ。

なお、オープンタイムをとったものは、その間湿布養生をした。そして、新コンクリートの材令が28日となるまで湿布養生した後、スパンが30cmの3等分点載荷により曲げ試験を行った。また、曲げ強度試験を行った後、その破断面の観察も行なった。

コンクリートの配合は、粗骨材の最大寸法を20mm、水セメント比を45%、単位水量を160kg/m³、

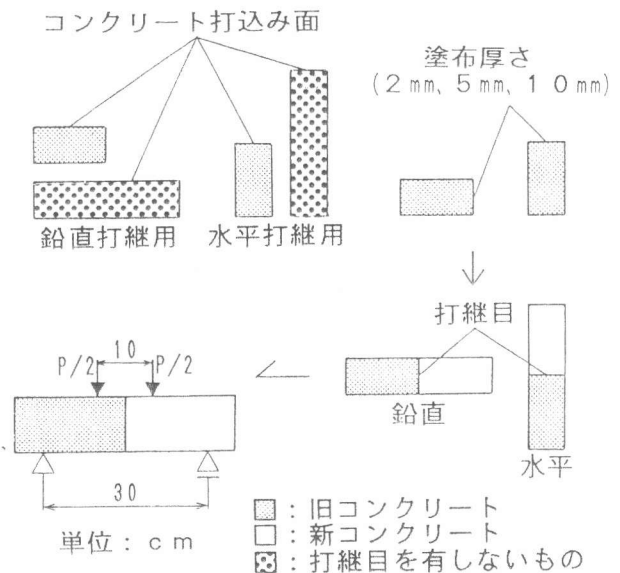


図-1 供試体の作製方法および形状寸法

単位セメント量を 356kg/m^3 、細骨材率を40%とした。セメントは普通ポルトランドセメントを用いた。また、使用したポリマーセメントモルタルは、ポリマーがエチレン酢酸ビニル系のもので、ポリマーの添加量を変化させて、水セメント比は小さいもののフロー値の大きい軟らかい配合Aと、水セメント比は大きいもの

表-1 ポリマーセメントモルタルの配合およびフロー試験結果

配合名	水セメント比 (%)	水結合材比 (%)	フロー値 (mm)	P/C (%)
配合A	35.2	31.8	187	10.8
配合B	36.0	33.0	171	9.0

のフロー値の小さい硬めの配合Bの2種類を用いた。その配合およびフロー試験結果を表-1に示す。

3 塗布厚さが打継ぎ強度に及ぼす影響

3.1 鉛直打継目の曲げ強度と塗布厚さとの関係

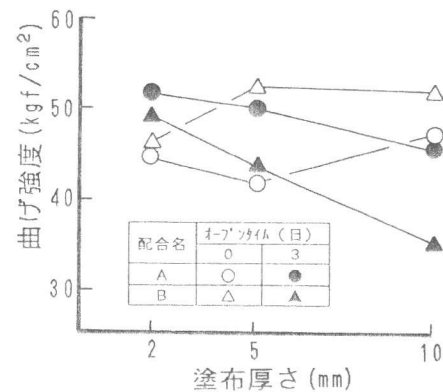
鉛直打継目の曲げ強度および曲げ強度比と塗布厚さとの関係を、図-2に示す。曲げ強度比とは、打継目を有しない新旧コンクリートの曲げ強度の小さい方で、打継目の曲げ強度を除いた値を百分率で表したものである。

塗布直後に新コンクリートを打継いだ場合には、配合Aのポリマーセメントモルタルを用いたものの曲げ強度は、塗布厚さが2mmから10mmまで変化しても、それほど影響を受けないようである。また、塗布厚さが2mm、5mmのオープンタイムを3日とったものは、塗布直後に比べて曲げ強度および曲げ強度比ともに約10%大きく、逆に、塗布厚さが10mmのものは、オープンタイムによる打継ぎ強度の増加はほとんどなかった。

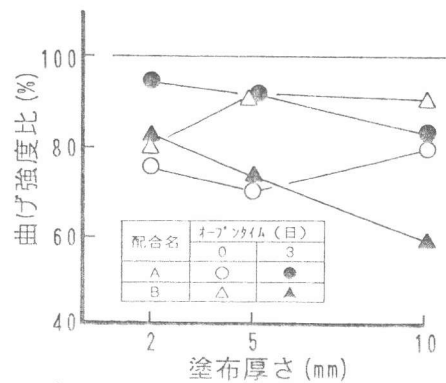
配合Bのポリマーセメントモルタルの塗布直後に新コンクリートを打継いだものは、塗布厚さが厚くなるにしたがって、曲げ強度が若干大きくなるものの、その増加の程度は、塗布厚さが10mmのものは2mmのものに比べて10%程度と小さく、塗布厚さの影響を配合Aの場合と同様にほとんど受けなかった。しかしながら、オープンタイムを3日とったものは、塗布厚さが厚くなるに従って、曲げ強度および曲げ強度比が低下する傾向が認められた。他の場合の塗布厚さによる影響は、曲げ強度および曲げ強度比の変動が10%程度であるのに対して、この場合、塗布厚さが2mmから10mmにかけて、曲げ強度および曲げ強度比がそれぞれ30%および20%程度低下していた。

3.2 水平打継目の曲げ強度と塗布厚さとの関係

水平打継目における曲げ強度および曲げ強度比と塗布厚さとの関係は、図-3に示す。配合Aのポリマーセメントモルタルを用いた場合、いずれのオープンタイムにおいても、塗布厚さの増加による曲げ強度および曲げ強度比の変動は10%程度にとどまっていることから、塗布厚さによる影響



(a) 鉛直打継目の曲げ強度



(b) 鉛直打継目の曲げ強度比

図-2 鉛直打継目を有する角柱供試体の曲げ強度および曲げ強度比

はほとんどなかったものと思われる。

これに対して、配合Bのポリマーセメントモルタルを用いたものは、塗布直後に新コンクリートを打継いだ塗布厚さが10mmのものは、塗布厚さが2mmのものに比べて曲げ強度および曲げ強度比がそれぞれ25%および20%程度低下しており、塗布厚さを厚くしたことにより、打継ぎ強度が低下したことが認められる。またオープンタイムを3日とったものは、塗布厚さが厚くなるにしたがって、曲げ強度比がわずかながら低下する傾向にあったが、低下の程度は約10%であった。この原因として、塗布厚さが10mmの供試体は、3本中1本が他の2本に比べて20%小さかったためであり、塗布厚さが打継ぎ強度に及ぼす影響は少なかったものと思われる。

4 破壊形式と打継ぎ強度

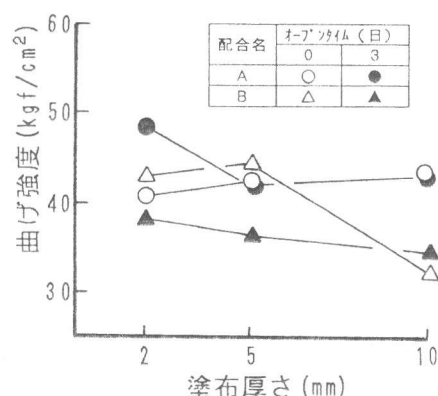
4.1 鉛直打継目の破壊形式と打継ぎ強度

鉛直打継目の破断面の観察結果を表-2に示す。

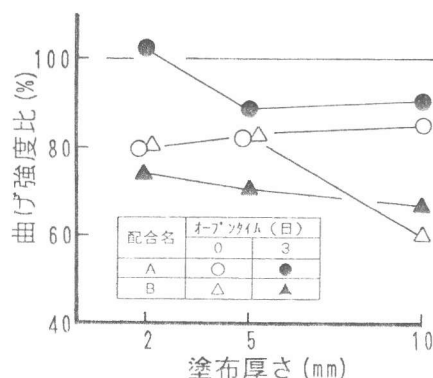
配合Aのポリマーセメントモルタルを塗布直後に新コンクリートを打継いだ場合は、塗布厚さが5mm以上となると、OB破壊が少し増加するものの、曲げ強度や曲げ強度比が低下することはなかった。このことから、このOB破壊は、旧コンクリートとポリマーセメントモルタルとの接着が不完全であったのではなく、接着はほぼ完全であったものの、打継ぐ際の固体と液体との界面が、コンクリートと打継ぎ用材料との界面であったためである。これに対して、OB破壊の占める割合が塗布厚さを厚くするに従って減少する傾向が、配合Bを塗布直後に打継いだものに認められた。これとともに、B破壊やN破壊の占める割合が増加した。これは、新コンクリートとの接着は良好なものの、新コンクリート打込みの際に生じるブリージング水を打継ぎ用材料が吸収するため、ポリマーセメントモルタル自体の強度が少し低下したことも一因として考えられる。

3日間のオープンタイムをとると、配合Aを用いたものの破断面は、いずれの塗布厚さにおいてもBN破壊が最も多く、塗布厚さが破壊形式に及ぼす影響は少なかった。オープンタイムをとらなかったものに比べて、オープンタイムが3日のものの方が曲げ強度および曲げ強度比は20%程度大きくなっていった。このことから、OB破壊よりもBN破壊の方が、打継ぎ強度を増加させる点で好ましく、ポリマーセメントモルタルと接触するコンクリートの材令が若いほど、結合力が大きいものと思われる。また3日間のオープンタイムをとったことで、OB破壊が少なくなったことから、塗布3日後にはポリマーセメントモルタルと旧コンクリートとの接着強度が十分に発現したものと思われる。

これに対して、配合Bを用いたものは、塗布厚さが厚くなるにしたがって、OB破壊が増加し、BN破壊が減少する傾向が認められた。特にOB破壊の増加は著しく、塗布厚さが2mmのときにはOB破壊がほとんど認められないのに対して、塗布厚さが10mmとなると70%程度まで増加する。このことから、配合Aと異なり、3日間のオープンタイムをとっても、旧コンクリートとの接着が不



(a) 水平打継目の曲げ強度



(b) 水平打継目の曲げ強度比

図-3 水平打継目を有する角柱供試体の曲げ強度および曲げ強度比

完全であったものと思われる。また、塗布厚さの増加にともない、曲げ強度および曲げ強度比はそれぞれ30%および20%程度低下していた。これらのことから、OB破壊の増加は、打継ぎ強度の低下を引き起こすものと考えられる。

4.2 水平打継目の破壊形式と打継ぎ強度

水平打継目の破断面の観察結果

も、表-2に示してある。

配合Aを用いたものは、塗布直後において、塗布厚さを5mm以上にするとOB破壊が75%程度を占めるようになり、新コンクリート自体での破壊が皆無となった。また、オープンタイムを3日とった塗布厚さを10mmとしたものは、OB破壊の占める割合が90%程度まで増加した。しかしながら、このように塗布厚さにより破壊形式が異なっても、曲げ強度や曲げ強度比にはほとんど影響はなかった。

配合Bを塗布直後に打継いだも

のでは、塗布厚さが厚くなるとOB破壊の占める割合が増加し、特に塗布厚さが10mmのものは、ほとんどがOB破壊であった。OB破壊の占める割合が増加するにしたがって、新コンクリート内部での破壊が減少し、塗布厚さが10mmにおいてはN破壊は認められなかった。また、塗布厚さが10mmのときには、曲げ強度および曲げ強度比が他の塗布厚さのものに比べて、それぞれ25%および20%程度低下していた。これは、新コンクリート内部での破壊が減少したことも一因として考えられるが、鉛直打継目において曲げ強度や曲げ強度比が低下した場合も、塗布厚さが厚くなるにしたがってOB破壊が増加したことから、OB破壊の増加が、打継ぎ強度の低下の主な原因であると考えられる。

配合Bを用いて、3日間のオープンタイムをとったものは、いずれの塗布厚さにおいてもBN破壊が多く、旧コンクリートとの接着が塗布してから3日間の間に完了したものと考えられる。しかしながら、塗布厚さが10mmのものは、供試体3本中2本はBN破壊100%であったものの、残る1本はOB破壊100%であり、他の2本に比べて曲げ強度は約20%低下していた。供試体3本中1本が約20%の打継ぎ強度の低下を示しても、平均された曲げ強度や曲げ強度比はほとんど変わらなかった。

5 曲げ強度比とOB破壊の占める割合との関係

5.1 曲げ強度比(平均値)とOB破壊との関係

曲げ強度比が20%程度低下した、配合Bを用いた鉛直打継目のオープンタイムが3日のもの、および水平打継目のオープンタイムがなしのものについて、曲げ強度比とOB破壊の割合との関係を示したものが図-4である。また、曲げ強度比は平均値で示している。

それぞれ打継目処理が異なっているものの、いずれも塗布厚さが厚くなるにしたがって、OB破壊の増加にともない曲げ強度比が低下する傾向が認められる。また、その他の打継目処理においては、このような傾向は認められなかった。このことから、塗布厚さが大きいときの打継ぎ強度の低

表-2 打継目の破断面の観察結果

打継目	配合名	塗布厚さ(mm)	オープンタイムなし					オープンタイム3日				
			破断面(%)					破断面(%)				
			O	OB	B	BN	N	O	OB	B	BN	N
鉛直	A	2	3	6.7	1.5	0	1.5	2	1.2	0	4.2	4.4
		5	0	9.1	5	4	0	4	2.7	3	6.0	4
		10	2	9.2	5	0	2	8	2.3	4	5.7	8
	B	2	4	5.0	0	8	3.8	2	2	2.4	6.6	0
		5	0	7	1.6	0	7.7	0	3.3	0	6.7	0
		10	0	1.5	5.9	0	2.6	0	6.7	0	2.9	4
水平	A	2	5	3.3	4	1.0	4.8	7	3.0	4	1.9	4.0
		5	0	7.8	4	1.7	1	0	2.2	4	6.2	1.2
		10	1.8	7.4	7	0	0	7	8.9	4	0	0
	B	2	0	2.1	3	0	7.7	0	1.4	0	6.2	2.4
		5	0	2.7	6	0	6.7	0	0	0	8.8	1.2
		10	2	9.4	4	0	0	0	3.3	0	6.7	0

注：表中の記号の破壊形式を以下に示す。また数字は、各破壊形式の占める割合を、供試体3本の平均値で表している。

- O : 旧コンクリート内部破壊
- OB : 旧コンクリートと打継ぎ用材料との界面破壊
- B : 打継ぎ用材料内部破壊
- BN : 打継ぎ用材料と新コンクリートとの界面破壊
- N : 新コンクリート内部破壊

下は、旧コンクリートと打継ぎ用材料との結合力の低減に起因するものであると考えられる。そして、旧コンクリートとの結合力が低下した主な原因として、塗布厚さを厚くすること自体が、こて圧をかけて入念に塗布することを難しくさせ、旧コンクリートとポリマーセメントモルタルとの間を密実に接触させることを困難にさせている。これに加えて、いずれの打継目処理でも配合Bのポリマーセメントモルタルを用いていたことから、配合Aよりもフロー値の小さいポリマーセメントモルタルでは、塗布された際に、旧コンクリート打継面の粗骨材や細骨材による凸凹を、ポリマーセメントモルタル自体の流動性で充填することが難しく、旧コンクリートとポリマーセメントモルタルとの間にわずかながら間隙が生じ、このことが旧コンクリートとの付着面積を減少させて、弱いOB界面を形成してしまったと考えられる。

塗布厚さが2mmと5mmでそれほど破壊形式が異ならなかったのは、新コンクリートの締固めの際に、まだ固まらないポリマーセメントモルタルにも間接的に締固めが行われたため、旧コンクリートとの間に生じた間隙がつぶされたものと考えられる。これに対して、塗布厚さが10mmのものは、2mmに比べて5倍の厚さがあったため、打継ぎ時の間接的な締固めが行われても、間隙をつぶすことが難しかったものと思われる。

5.2 曲げ強度比（供試体1本）とOB破壊との関係

図-4に示したのは、供試体3本の平均の曲げ強度比を示しているが、平均せずに、角柱供試体1本ごとの曲げ強度比とOB破壊の占める割合との関係を表したものを図-5に示す。

同一の打継目処理であっても、OB破壊の割合が大きい供試体は、曲げ強度比が小さい。最も曲げ強度比が小さかったものは、オープンタイムを3日とった鉛直打継目のもので、塗布厚さが10mmにおいて、曲げ強度比が約40%となっていた。また、塗布厚さが厚いものほど、OB破壊の割合が大きかった。特に、塗布厚さが10mmのものでは、供試体（鉛直3本、水平3本）計6本中5本が、OB破壊の占める割合が80%以上となっていた。

5.3 曲げ強度比（OB破壊80%未満）と塗布厚さとの関係

OB破壊の占める割合が80%以下となったもののみについて、再度曲げ強度比の平均をとるという補正を行い、この補正された曲げ強度比と塗布厚さとの関係を図-6に示す。ただし、塗布直後における水平打継目の塗布厚さが10mmのものは、供試体3本中OB破壊が最も少なかったもので、OB破壊82%であったため、切り捨てずにこれを代表値とした。

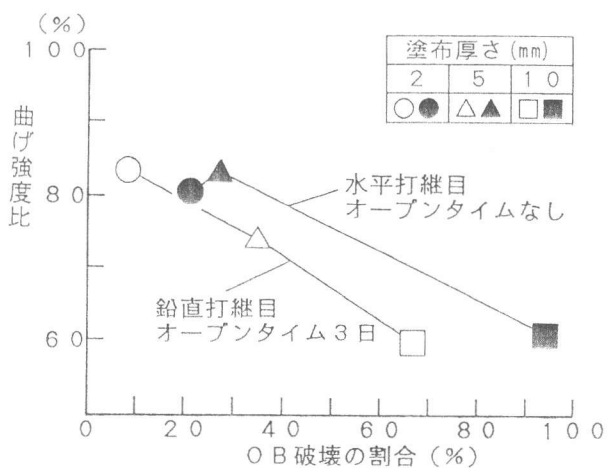


図-4 曲げ強度比（平均値）とOB破壊の割合との関係

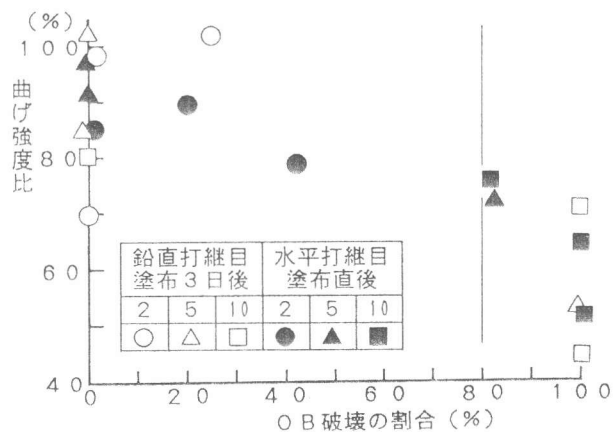


図-5 曲げ強度比（1本ごと）とOB破壊の割合との関係

図-6から、塗布厚さが10mmとなると、わずかながら曲げ強度比が低下するものの、その低下の程度は2mmのものに比べて約10%であり、塗布厚さが変化しても、曲げ強度比は大きな変化はなく、ほぼ同程度となることが認められる。このことから、塗布厚さを厚くすることは、打継ぎ強度の低下を引き起こす直接的な原因ではなく、こてにより塗布厚さを厚くすることが難しかったこと、および塗布するポリマーセメントモルタル自体のコンシステンシーの不良等により、旧コンクリートとの付着面積を減少させ、O B界面を弱くしたためであると考えられる。

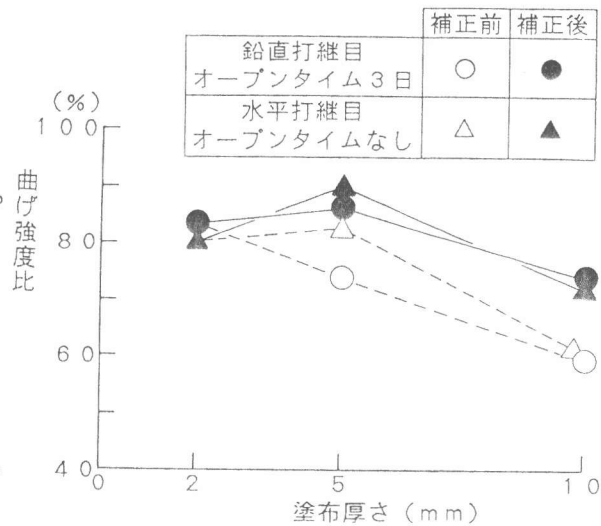


図-6 曲げ強度比 (O B破壊80%未満) と塗布厚さとの関係

6 まとめ

ポリマーセメントモルタルを用いて、施工誤差が生じたときの打継目の品質について把握するため、塗布厚さおよび打継ぐ時期を要因にとり、鉛直打継目および水平打継目をもつ角柱供試体を作製し、これらの曲げ試験を行った。本実験の範囲内で、次のことが言える。

- ① 塗布するポリマーセメントモルタルのフロー値が、旧コンクリートとの間をポリマーセメントモルタルが十分に充填し、付着面積を減少させない程度の大きさを有していれば、塗布厚さが10mmと規定値の5倍の厚さまで変化させても、打継ぎ強度に及ぼす影響はほとんどなく、3日間のオープンタイムをとっても十分な打継ぎ強度が得られた。
- ② フロー値の小さいポリマーセメントモルタルを用いて塗布厚さを厚くすると、曲げ強度比で20%程度低下する場合があったが、これは塗布厚さを大きくすることが、直接的な原因ではない。この主な原因は、塗布厚さを厚くするとこて圧を充分にかけることが難しいため、旧コンクリートとポリマーセメントモルタルとの間にわずかな間隙が生じてしまうためと考えられる。
- ③ 旧コンクリートとポリマーセメントモルタルとの付着面積を減少させないであろうと思われるフロー値は、約190mmであると思われる。すなわち、フロー値が190mm以下のコンシステンシーを有するポリマーセメントモルタルをこてにより厚く塗布すると、旧コンクリートとポリマーセメントモルタルとの界面破壊に起因する打継ぎ強度の低下を生じる恐れがある。

参考文献

- 1) 辻 幸和・古澤 政夫・長谷川幹央・森脇 貴志：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、コンクリート工学年次論文報告集 Vol.11, No.1, pp.721~726, 1989.6
- 2) 田中 浩一・辻 幸和・森脇 貴志：鉛直打継目を有するRCはりの曲げ性状、土木学会第44回年次学術講演会講演概要集 No.5, pp.510~511, 1989.10
- 3) 古澤 政夫・辻 幸和・田中 浩一：打継目の処理方法がRCはりの水平打継ぎ強度に及ぼす影響、土木学会第44回年次学術講演会講演概要集 No.5, pp.408~409, 1989.3
- 4) 辻 幸和・田中 浩一・古澤 政夫・森脇 貴志：鉛直・水平打継目をもつRCはりの力学的性状、コンクリート工学年次論文報告集 Vol.12, pp.209~214, 1990.6
- 5) 田中 浩一・古澤 政夫・辻 幸和：塗布厚さと施工時期が打継ぎ強度に及ぼす影響、土木学会第45回年次講演会講演概要集 No.5, pp.734~735, 1990.9