

PCM 吹付け工法による打継目を有する無筋コンクリートはりの曲げ補強効果

九州大学大学院 学生会員 ○繁戸 昶文
九州大学大学院 正会員 山口 浩平

九州大学大学院 フェロー会員 日野 伸一

1. 目的

戦前の土木構造物の中には無筋コンクリート部材も多く見られ、それらの多くはコンクリートの劣化もあり大規模地震時には倒壊に至ることも懸念されており耐震補強が急務となっている。一方、既設 RC 橋脚の耐震補強の 1 つである PCM 吹付け工法は、既設コンクリートの外側に鉄筋を接触配置し、高強度ポリマーセメントモルタル (PCM) を吹付けることで鉄筋保護と既設コンクリートの一体挙動を図るもので、薄肉での施工と工期の短縮が可能といった特徴があり、迅速な耐震補強が求められている老朽化した構造物の補強には適している¹⁾。しかし、今回対象としている無筋コンクリート部材は、コンクリートが極端に低強度であること、コンクリートに打継目が多数存在すること、部分的な補強しかできないことなどの条件があり、このような部材の PCM 吹付け工法による補強効果は確認されていない。そこで本研究では、コンクリートが極端に低強度である場合、コンクリートに打継目が多数存在する場合、はりの幅方向に部分的な補強しかできない場合の PCM 吹付け工法による無筋コンクリート部材の曲げ補強効果を確認するため、載荷試験および FEM 解析を行い、実構造物へ適用を検討した。

2. 概要

対象部材の曲げ補強効果を確認するため、打継目の有無や補強区間をパラメータとした単純はりの載荷試験および FEM 解析を行った。ここで、コンクリートの圧縮強度は補強を検討している実構造物と同程度の極端に低強度とした。表-1 に材料特性値、表-2 に試験体種類を示す。ケース は基準試験体、ケース は、それぞれ 1 本、3 本の打継目を有する試験体、ケース は部分補

表-1 材料特性値

	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
コンクリート	14.9	1.9×10^4	1.94
PCM	64.5	2.7×10^4	4.12

強の試験体、 は部分補強かつ打継目が 3 箇所の試験体とし、各ケースにつき 3 体とした。また、各試験体の打継目間は芯材と呼ばれる鉄筋のみで連続させた。図-1 に試験体概略図を示す。解析モデル

表-2 試験体種類

ケース	補強箇所	打継目
	全断面	なし
	全断面	1箇所
	全断面	3箇所
	下流側のみ	なし
	下流側のみ	3箇所

は 3 次元モデル、要素寸法は 50×50×50mm、コンクリートと PCM および載荷板は 8 節点ソリッド要素、鉄筋には埋め込み鉄筋要素、打継目部にはインターフェイス要素を用い、圧縮側は伝え、引張側はほとんど伝えないものとした。支承にはトラス要素を用い、載荷板、支承ともに剛体と定義した。荷重条件は強制変位とし、境界条件は支点部両方の節点に鉛直方向変位成分を拘束し、支点部片方の節点に水平方向変位成分を拘束した。ひび割れは分布ひび割れモデルを用いた。材料構成則は強度試験

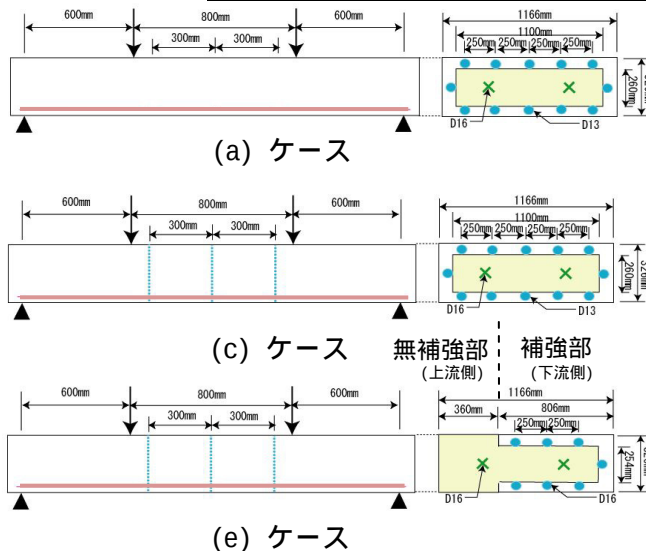
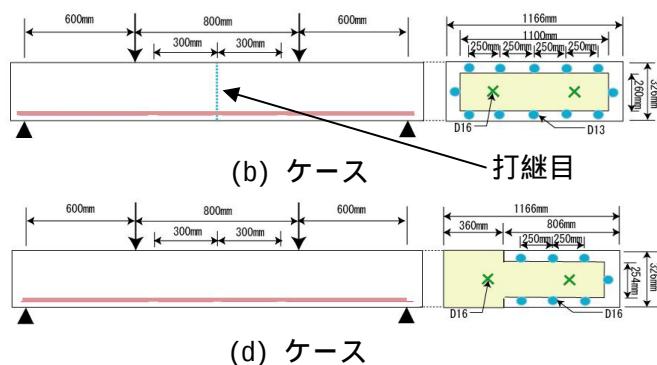


図-1 試験体概略図

から得られた強度を用いてコンクリート標準示方書に基づいて定式化した。

3. 結果および考察

各ケースの荷重-変位関係を図-2，試験結果および解析結果を表-3，図-3 に示す。試験および解析における降伏荷重は，補強鉄筋のひずみ値が降伏ひずみに最初に達した時点での荷重とした。図-2 から各ケースとも補強鉄筋が降伏した荷重 200 - 300kN 程度以降に，はり上縁の PCM が圧縮破壊する曲げ圧縮破壊を呈していることがわかる。打継目の有無による明確な違いは見られないが，部分補強で打継目が存在するケース は，他のケースに比べて低荷重領域から剛性の低下が見られ，最大荷重はケース に比べ 14%低下しているが，全体的な挙動はケース とケース に大差はないことがわかる。また，図-3 より試験での最大荷重は設計値を上回る結果となった。なお，設計値は断面を全てコンクリートとして算出した。図-3 の試験値に着目すると，ケース に対して，打継目が存在するケース やケース ではあまり低下が見られなかった。この結果より，打継目が複数存在する場合では全断面補強時は補強効果に大きな影響はなく，複数の打継目と部分補強の両方の条件が存在する場合に若干の荷重低下を及ぼしていると考えられる。解析においても同様の傾向を示し，最大荷重においては打継目や部分補強の影響を解析により再現できたといえる。

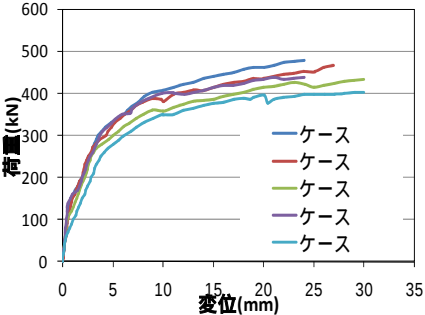


図-2 荷重-変位

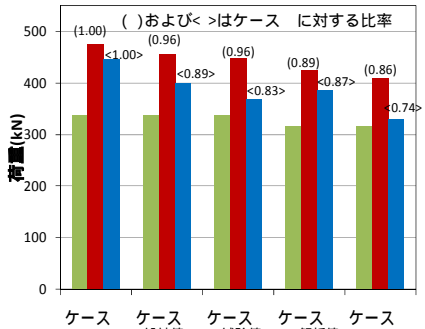


図-3 最大荷重

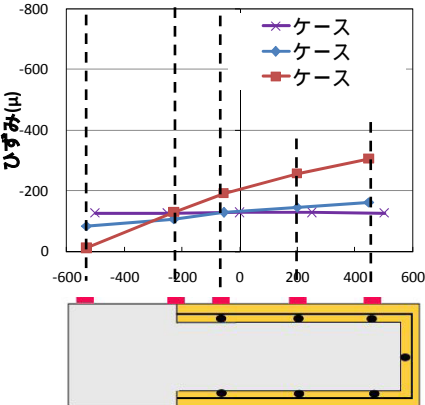


図-4 圧縮縁コンクリートひずみ分布

図-4 に部分補強試験体の圧縮縁コンクリートにおけるひずみ分布を示し，図-5 に無補強部と補強部の圧縮力の分担割合を示す。計測区間は無補強部が断面の幅方向に 300mm，補強部は 700mm としている。図-4 および図-5 からケース では無補強部が 0.3，補強部が 0.7 と計測区間と同等の比となるのに対し，部分補強であるケース では無補強部のひずみ値が減少し補強部が増加しており，部分補強かつ打継目が存在するケース では，補強部でより大きな値となり，抵抗が偏る傾向が強くなっているのがわかる。

4. まとめ

- (1) 部分補強と打継目が存在する場合，荷重や剛性の低下は見られるが，ひび割れ性状や荷重変位挙動に大きな差は無く，PCM 吹付け工法による補強を行えば，連続体の RC はりとして扱うことができる。
- (2) 降伏荷重では一部危険側の評価となったが，最大荷重においては全てのケースで安全側評価となったことから，部分補強で打継目を有する場合であっても PCM 吹付け工法による補強効果は得られる。
- (3) 部分補強の場合，全補強の試験体に比べ無補強側はあまり抵抗できず補強側に偏り，打継目が加わるとその傾向は強くなる。

参考文献：1)中村智他：PCM 吹付け工法による既設 RC 橋脚の耐震補強に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.29,pp.1219-1224,No.3,2007

表-3 降伏,および最大荷重

ケース	降伏荷重(kN)			最大荷重(kN)		
	設計値	試験値	解析値	設計値	試験値	解析値
	258	356	354	338	477	446
	258	297	327	338	456	400
	258	271	276	338	449	369
	243	264	307	316	425	387
	243	230	266	316	410	331

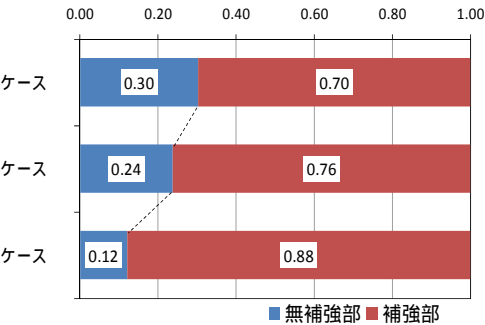


図-5 部分補強の影響