

鉄筋コンクリートばりのアクリル樹脂による補強効果について

金沢大学工学部	学	○玉村	茂樹
金沢大学大学院	学	古田	大介
金沢大学工学部	正	榎谷	浩
金沢大学工学部	正	梶川	康男

1. まえがき

鉄筋コンクリートは土木構造物に広く使用されているが、近年、アルカリ骨材反応や鉄筋腐食などを原因とする劣化・損傷がいろいろな構造物で観測され、その維持補修が重要な問題となっている。アクリル樹脂(MMA, メチル酸メチル)は、鉄筋腐食の原因の1つであると考えられるコンクリート表面のひび割れからの雨水浸透に対する有効な一つの補修・補強材として用いられることが多くなってきた。そこで本報告は、鉄筋コンクリートばりをMMAにより補強し、その基本的特徴を調べたものである。

2. 実験供試体および実験概要(静的試験)

本実験に用いた供試体は、図-1に示すように、断面が20cm×15cmの鉄筋コンクリートばりを、2cmの厚さのMMAで補強したもので、圧縮側と引張側に鉄筋(SD30, D10)をそれぞれ2本ずつ、またせん断補強筋(SD30, $\phi 6$)を10cm間隔に配置した複鉄筋矩形はりである。実験は、供試体のスパン長を1.3m, 1.8m, 2.3mの3種類とし、MMAは上側補強, 下側補強, 補強なしの3種類のそれぞれについて行った。また測定項目は図-2に示すように、荷重, スパン中央の変位, スパン中央・中央から $l/6$ の鉄筋ひずみ, 中央から10cmの上下面のコンクリートひずみとし、変位制御で行った。なお、実験に用いたコンクリートの圧縮強度は 325kgf/cm^2 , MMAの圧縮強度および曲げ強度は 20°C でそれぞれ 233kgf/cm^2 , 173kgf/cm^2 である。

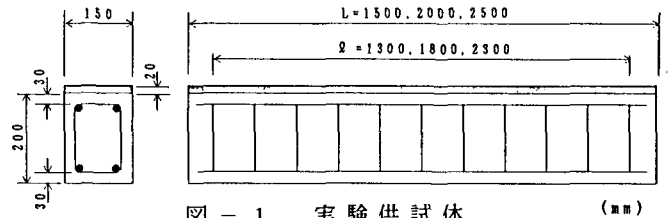


図-1 実験供試体 (mm)

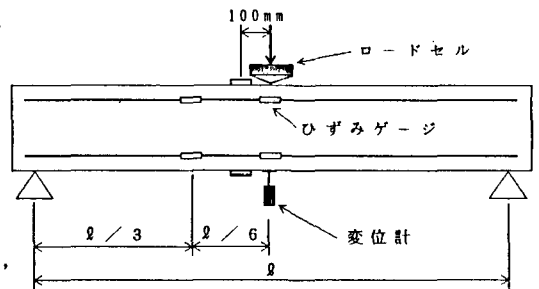


図-2 測定項目と測定位置

3. 実験結果および考察

3.1 クラック図

スパン長1.8m供試体の静的試験より得られた上側補強, 下側補強, 補強無しコンクリートばりの鉄筋降伏時と最終状態それぞれのクラック図を図-3に示す。下側補強において、鉄筋降伏までのクラックは全てコンクリートの下面より入りMMAには発生していない。またMMAにはクラックが中央一箇所にしか入らない。MMA破断後は、他の供試体に比べコンクリートの破壊が中央部に集中しており、また中央以外のクラックの伸びが少ないことが確認できる。これは、MMAによって周辺部へのクラックの発生が妨げられているものと考えられる。

上側補強において、鉄筋降伏前ではクラックの進展状態が補強無しとほぼ同じであるが、最終状態では他に比べ最も広範囲にわたり、等間隔に細かく入っていることが確認でき、ひび割れがエネルギー吸収に最も有効に寄与していると言える。

また、載荷点周辺にみられるコンクリートの圧壊部が、MMAによって大幅に減少したことが分かる。

3.2 荷重-変位関係

3. 1で示した供試体について、作用荷重とスパン中央の変位との関係を表したものを図-4に示す。

鉄筋降伏時の荷重は、下側補強が際立って大きく、またコンクリート全体の剛性が他の二つに比べ高いことがわかる。下側補強は、MMAの破断に引き続き鉄筋が降伏したと思われ、他とは異なる挙動を示している。このような荷重-変位曲線からはりの吸収エネルギー量が算定できる。図-4に示した実験では、鉄筋降伏までの吸収エネルギー量は、上側補強の場合 $4.8 \times 10^{-3} \text{tf} \cdot \text{m}$ 、下側補強の場合 $10.2 \times 10^{-3} \text{tf} \cdot \text{m}$ 、補強無しの場合 $4.4 \times 10^{-3} \text{tf} \cdot \text{m}$ となり、下側補強が鉄筋降伏までに他の2倍以上エネルギーを吸収していることが認められ、このことはクラックの進展状況からも裏付けられる。

大きな変形域では、補強無しの傾きが小さいのに対し、上側補強、下側補強の傾きは比較的大きい。また破断するまでの吸収エネルギーをみると、上側補強が $395 \times 10^{-3} \text{tf} \cdot \text{m}$ 、下側補強が $416 \times 10^{-3} \text{tf} \cdot \text{m}$ 、補強無しが $297 \times 10^{-3} \text{tf} \cdot \text{m}$ となっており、補強無しに対し、補強した供試体がいずれも大きな値を示した。鉄筋降伏後の傾きは、上側補強が最も大きく、剛性の高さが際立つ。また最大荷重においても上側補強が最も大きく、このことは先のクラック図において、上側補強がエネルギー吸収に最も寄与していると考察されたことからわかる。表-1に実験結果の一覧を示すが、スパン長1.3m、2.3mのはりについても以上の傾向が同様に認められる。

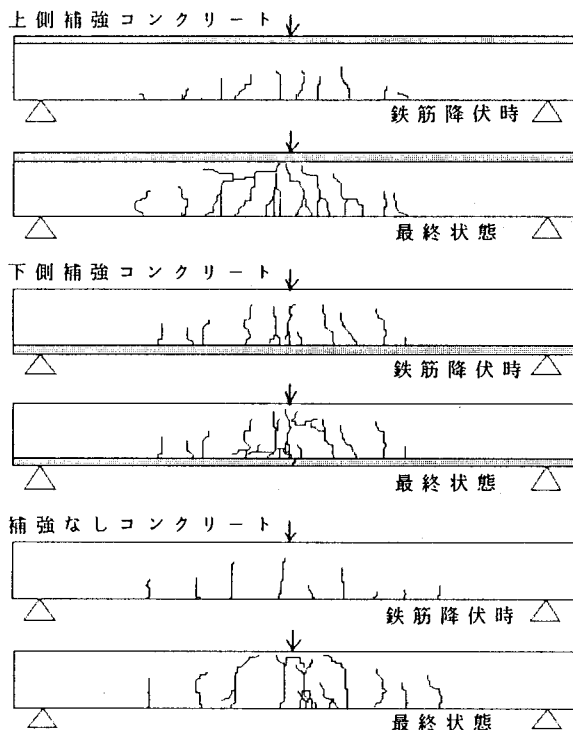


図-3 クラック図 (スパン長 1.8m)

スパン長 (cm)		1 3 0			1 8 0			2 3 0		
補強状態		C	U	L	C	U	L	C	U	L
降伏荷重 (tf)		3.40	3.45	4.40	2.10	2.40	3.30	1.79	1.88	2.60
最大荷重 (tf)		4.50	5.33	5.02	3.35	3.87	3.70	2.23	3.39	2.62
吸収エネルギー (tf・m×10 ⁻³)	降伏時	3.4	6.9	7.7	4.4	4.8	10.2	6.3	8.6	13.0
	破壊時	261.	346.	282.	297.	395.	416.	345.	569.	457.

C: 補強無し U: 上側補強 L: 下側補強

表-1 静的載荷試験実験結果

4. 結論

本報告ではMMAを上側と下側に補強した場合の破壊形態の違いについて検討した。その結果、MMAの補強がある場合、特に下側補強の場合、コンクリートばりの降伏荷重が増し、剛性が高まることが分かった。また補強がある場合、特に上側補強の場合、変形能が大きくなり、その結果コンクリートばりのエネルギー吸収能が補強のないものに比べ大きい事が確認された。今後は動的荷重下での特性についても明らかにする必要があると考えられる。

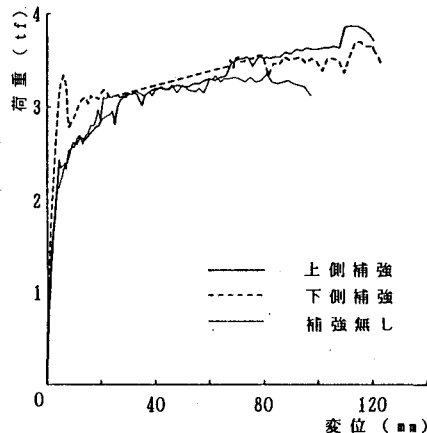


図-4 荷重-変位曲線