

施工欠陥をもつ鉄筋コンクリート梁の曲げ疲労特性

鹿児島大学工学部 学生員 ○上原 尚也
鹿児島大学工学部 正会員 武若 耕司
鹿児島大学工学部 学生員 中川 隆享

1. はじめに

コンクリートの施工は均質となるように入念に行うことが原則となっている。しかし出来上がったコンクリートの品質は施工状況に強く依存し、施工者の意識や配慮の状況によっては施工不良による欠陥を生じる場合が皆無とは言えない。そこで施工欠陥による危険性を明確にするため、コンクリート中にあらかじめ施工欠陥を有する鉄筋コンクリート梁を製作し、その力学的特性について実験を試みた。ここではコンクリート中の施工欠陥が鉄筋コンクリート梁の曲げ疲労特性に及ぼす影響ならびにこの欠陥を補修した場合の効果について検討を行った結果を示す。

2. 実験概要

実験に用いた供試体は、図-1に示すとおり、断面寸法 15×20cm、長さ 180cm (スパン 150cm、せん断スパン比 $a/d=3$) の鉄筋コンクリート梁である。主筋に D19、組立筋及びスターラップに D10 の鉄筋を用いた。使用材料の特性値を表-1に示す。比較となる RC1 の健全供試体以外のものにはそれぞれ表-2に示すような欠陥を設定した。このうち、ジャンカは、生コンクリートをふるいにかけてモルタル分を除去したもので、RC2 では主筋部を含むかぶりコンクリート全体に、また RC4 ではスパン中央部 20cm 区間全域にこれを配置した。RC3 の充填不足供試体は、主筋かぶり部のスパン両端 5cm を残して発泡スチロールで置換したものである。また、ジャンカ補修供試体 RC5 は RC4 供試体のジャンカ部にポリマーセメント系超微粒子注入材を注入し、補修を行ったものである。疲労試験における上限荷重は、静的載荷試験で得られた健全供試体の破壊荷重を基準にとり、この破壊荷重の 55%と 65%の 2 水準を設定した。

3. 実験結果および考察

3. 1 静的載荷実験結果について

疲労試験に先立って実施した各供試体の静的載荷試験結果のうち、破壊状況を表-3に、また荷重-たわみ曲線を図-2に、それぞれ示す。これらの結果から、まず耐荷力については、スパン中央部にジャンカのある供試体

(RC4) が極端に低い値を示した他は、欠陥を有していても健全供試体とほぼ同等の耐力を示していた。また、中央部のジャンカを注入材により補修した供試体 (RC5) においては、健全供試体に比べて、耐荷力の低下は 5%程度に収まっており、補修効果が現れていた。なお、破壊形式については、充填不足供試体

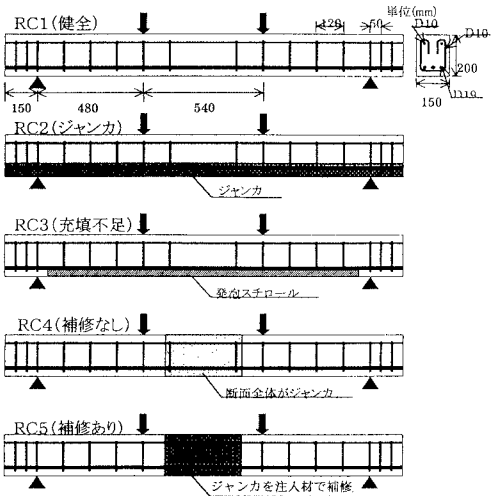


図-1 供試体概要

表-1 使用材料の特性 単位(MPa)

コンクリート	圧縮強度	34.4
ジャンカ部コンクリート	圧縮強度	8.5
補修部分のコンクリート	圧縮強度	23.2
補修材のみ	圧縮強度	38.6
鉄 筋	D19 降伏強度	337.2
	D10 降伏強度	360.9

表-2 欠陥要因概要

供試体名	欠陥種	備 考
RC1	健全	欠陥を持たない
RC2	ジャンカ	主筋をすべてジャンカで覆う形
RC3	充填不足	主筋かぶりの一部を発泡スチロールで置換
RC4	補修なし	中央部断面全体にジャンカを有する
RC5	補修あり	RC4のジャンカ部を注入材で補修

(RC3) でせん断破壊が生じ、他のものは曲げ破壊であった。変形特性については、最大荷重までは、RC4 供試体を除いては欠陥の有無やその種類にかかわらずいずれも大きな差は認められなかった。一方、最大荷重以後については、図-3 に示すように、靱性の概念を用いて評価した。これによると、かぶり部にジャンカのある供試体 (RC2) では、タフネス係数に若干の低下が見られる程度であったが、中央部断面全面にジャンカがある場合 (RC4) には、耐荷力と同様、靱性も著しく低下していた。これに対して、ジャンカ部を補修した供試体 (RC5) の靱性は、健全供試体の 85~90% 程度まで回復していた。

3. 2 疲労試験結果について

疲労試験における各供試体の破壊状況を表-4 に示す。なお、RC4 供試体については、耐荷力が今回の疲労試験の上限荷重に満たなかったため、この試験は実施しなかった。

表-4 によると、いずれの供試体においても上限荷重を健全供試体の 65% とした場合には、200 万回に到達する以前に破壊したが、この破壊時の繰返し回数は、健全 (RC1) → かぶり部ジャンカ (RC2) → かぶり部充填不足 (RC3) → 中央部ジャンカ補修 (RC5) の順に小さくなる状況にあった。特に、静的載荷試験結果では、健全供試体とほぼ同等の耐荷力および靱性を示したかぶり部ジャンカ供試体においても、疲労特性は明らかに低下するようであった。また、中央部ジャンカ補修供試体についても、静的載荷試験では健全供試体に比べて幾分性能が劣る程度であったが、耐疲労性については、破壊までの繰返し回数は半分程度となっていた。図-4 には、この上限荷重 65% の場合における各供試体スパン中央部の残留変位量と繰返し回数の関係を示した。この結果によると、いずれの欠陥供試体においても、健全供試体に比べて荷重初期の段階から残留変位量は大きくなる傾向にあった。また、特にこの図において注目される点は、健全供試体においては、破壊まで残留変位が徐々に大きくなりその後破壊に至るのに対して、ジャンカ補修供試体を含めて欠陥を有する供試体ではいずれも、残留変位量が小さいまま、突然破壊する傾向にあったことである。このことは、欠陥部を有する場合には、くり返し荷重を受けると欠陥箇所の靱性が急激に低下する可能性があることを示すものであると考えられる。

表-3 静的載荷試験における最大耐力

供試体	破壊荷重(kN)	破壊形式
RC1	152.6	曲げ
RC2	162.2	曲げ
RC3	150.6	せん断
RC4	44.2	曲げ
RC5	148.3	曲げ

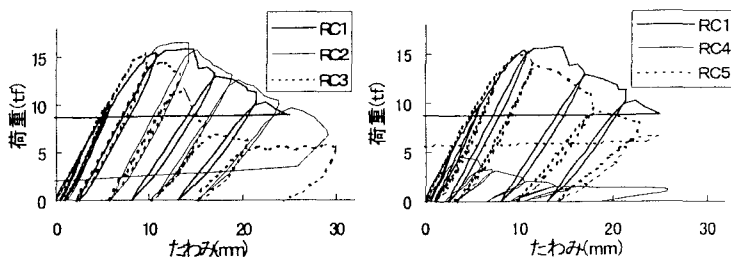


図-2 荷重-たわみ曲線

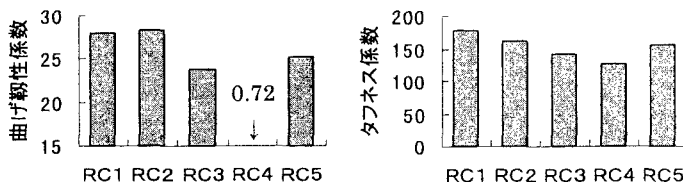


図-3 靱性の評価

表-4 疲労試験における破壊回数

供試体	上限荷重	回数	破壊形式
RC1	55%	200 万回で破壊せず	—
	65%	113 万回	せん断
RC2	55%	200 万回で破壊せず	—
	65%	90 万回	せん断
RC3	55%	200 万回で破壊せず	—
	65%	71 万回	せん断
RC5	65%	56 万回	曲げ

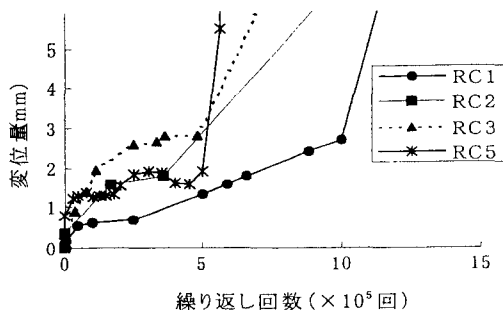


図-4 残留変位量と繰返し回数の関係