

施工欠陥を有する鉄筋コンクリート梁の曲げ性状について

鹿児島大学工学部 学生会員 ○中川 隆享
鹿児島大学工学部 正会員 武若 耕司

1. はじめに

コンクリートの施工は、均質になるように入念に行うことが原則となっているが、一方では人間が造ることである。その人間のコンクリートの施工に対する姿勢によっては施工欠陥の出来やすい状況となることもある。問題は、コンクリートが一度固まってしまえば、中がどのようなになっているのか皆目見当がつかず、コンクリート中に欠陥があったとしても、その構造物が破壊しない限り分からないことである。そこで本研究では、コンクリート中に生じた施工欠陥が構造物や部材に対してどのような影響を及ぼすかを定量化することによって施工欠陥の危険性を明確にすることを試みている。ここでは、鉄筋コンクリート部材の静的および動的特性に及ぼす欠陥の影響に関する検討結果を報告する。

2. 実験概要

実験は、欠陥を有さない健全なものとの比較で行った。実験供試体は、図-1に示すように断面 $15 \times 20\text{cm}$ 、長さ 180cm （スパン 150cm 、せん断スパン比 $a/d=3$ ）の梁供試体4体である。各供試体について配筋、使用材料は同じとし、表-1に示すように、それぞれ異なった欠陥を有している。使用材料の特性値を表-2に示す。なお、ジャンカについては、生コンクリートをふるいにかけモルタル分を除去したものを使用した。梁の静的荷重実験では、最大荷重まで荷重後も梁の靱性について検討を行うためさらに、最大荷重時の変位量の5倍の変位量になるまで荷重を続けた。また、動的荷重試験では、上限荷重を破壊荷重の65%、下限荷重を5%として、片振りの疲労試験を実施した。

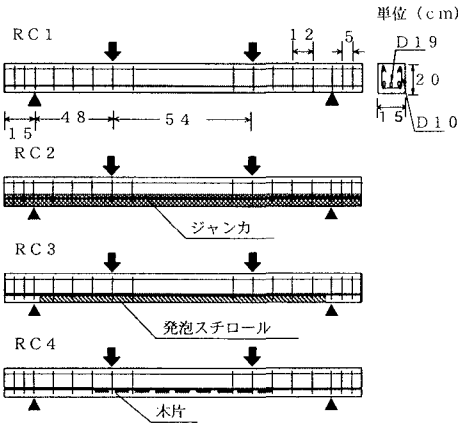


図-1 供試体概要

3. 実験結果及び考察

(1) 静的荷重特性について

各供試体の静的荷重特性についての実験結果概要を表-3に、荷重-たわみ曲線の一例を図-2に示す。最大曲げ耐力については、欠陥の影響はあまり見られなかった。特にジャンカを有するRC2、異物混入のRC4については、耐力は低下するどころか、健全供試体に比べて4~6%程度の増加さえ認められた。一方最大荷重以降の変形特性については、靱性の概念を用いて評価することを試みた。なお、靱性の評価方法としては、図-3に示す指標を用いて求めた曲げ靱性係数(σ_b)とタフネス係数(MOT)を使用した。曲げ靱性係数は、破壊に要する全エネルギーから靱性を評価し、タフネス係数は、最大荷重以後の荷重の低下率から靱性を評価するものであり、それぞれ以下の式で表される。

表-1 人工欠陥概要

供試体名	欠陥名	備 考
RC1	健全	
RC2	ジャンカ	主筋がすべてジャンカで覆われる形とした
RC3	かぶり欠損	主筋かぶり部の一部を発泡スチロールと置換
RC4	異物混入	木片を純曲げモーメント区間内の主筋かぶり部に混入

表-2 使用材料の諸特性

コンクリート	圧縮強度 (MPa)	34.4
ジャンカ部コンクリート	圧縮強度 (MPa)	8.5
鉄筋	降伏強度D19 (MPa)	337.2
	降伏強度D10 (MPa)	360.9

表-3 静的試験の実験結果概要

	RC1	RC2	RC3	RC4
曲げひび発生荷重 (kN)	29.4	29.4	19.6	19.6
斜めひび発生荷重 (kN)	88.3	88.3	98.1	88.3
破壊荷重 (kN)	152.6	162.2	150.6	158.5
破壊形式	曲げ	曲げ	せん断	曲げ

$$\sigma_b = \frac{T/\delta}{2} \times \frac{(L/2 \times h/2)}{h^3/12} \dots\dots\dots (1)$$

$$MOT = 200 - \frac{100 \times 2 \cdot S}{P \cdot k} \dots\dots\dots (2)$$

ここで σ_b ; 曲げ靱性係数
 L ; スパン長
 h ; 供試体高さ
 MOT ; タフネス係数
 P ; 最大荷重
 k=1.0

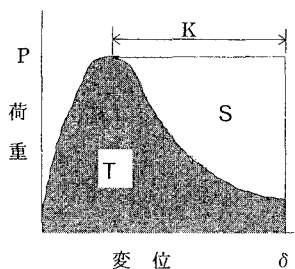


図-3 曲げ靱性評価の概要

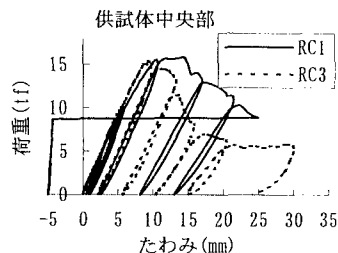


図-2 荷重-たわみ曲線

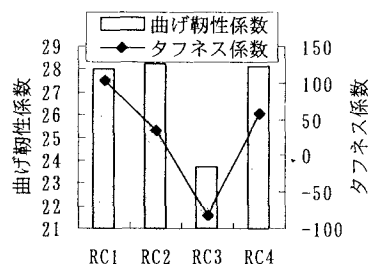


図-4 曲げ靱性係数とタフネス係数

図-4に各供試体の靱性の評価結果を示す。欠陥を全く有さないRC1と比べて、かぶり欠損のあるRC3は曲げ靱性係数、タフネス係数共にその低下が顕著に見られた。RC2およびRC4は、曲げ靱性係数については、破壊荷重がRC1よりも大きかったこともあり、RC1と顕著な差は見られなかったが、最大荷重以後の荷重の低下率を評価するタフネス係数では、欠陥による影響が認められた。破壊形状は、RC3のみがせん断破壊を起こし、他については欠陥の有無に関わらず曲げ破壊を起こした。

(2) 動的特性について

疲労試験のう

表-4 動的載荷の実験結果概要

	RC1	RC2	RC3
上限荷重(kN)	99.2	105.4	97.9
破壊回数(回)	1,131,686	232,887	664,263回の時点で破壊せず*
破壊形式	せん断	せん断	

示す。また、供試体スパン中央

部における疲労試験中の変位量変化の状況を図-5に示す。さらに、図-6には、10万回目および50万回目の各供試体の荷重-たわみ曲線を示す。

上述した静的載荷試験結果では、最大耐力が欠陥のないRC1を上回ったRC2(ジャンカ供試体)では、総変位量が早い段階から大きく変化し、繰返し回数も健全供試体(RC1)の1/5程度で破壊を起こした。一方、静的載荷試験において、耐力や靱性が最も低かったRC3については、欠陥のないRC1に比べると、欠陥の存在によって疲労載荷中の梁の剛性低下の割合は大きくなる傾向にはあるが、ジャンカ供試体RC2と比較すると、疲労特性に関しては、かえって高い性能を示すようであった。

4. まとめ

今回、実施した実験の結果、施工欠陥が部材の力学的特性に与える影響がその靱性や疲労特性において明確に現れることが確認された。

また、欠陥の種類や存在状況によって、これが影響を及ぼす部材の特性に違いがあることも明らかとなった。

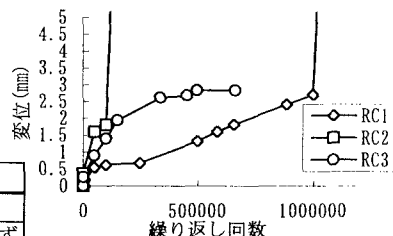


図-5 総変位量

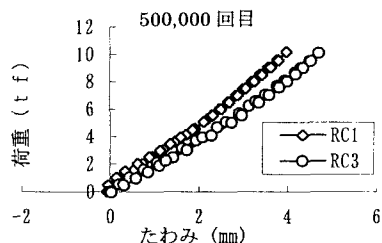
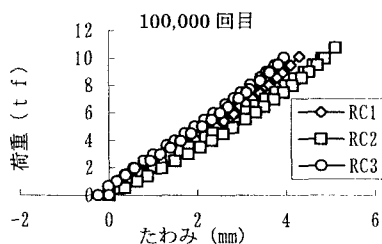


図-6 荷重-たわみ曲線