

純曲げスパン長がコンクリート梁の曲げ耐力に及ぼす影響

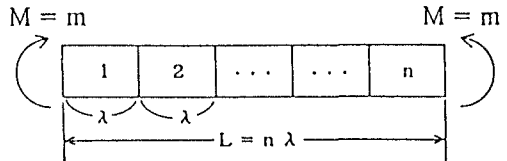
東北工業大学 学生員 ○吉田 和弘
東北工業大学 正 員 小出 英夫

1. はじめに

本研究では、過去に実験的に評価されていないコンクリート梁の梁長による曲げ耐力の寸法効果に対しての直列モデルの有効性を、梁長の異なる梁の曲げ破壊試験を多数行うことにより評価・検討する。またその上で、この寸法効果を表現するのに有効な確率モデルを新たに提案する。なお実験では、梁長の影響を確認しやすくするため、せん断スパンを一定とした4点載荷された梁に対して、純曲げスパンの変化が曲げ耐力に及ぼす影響を調べた。

2. 曲げ耐力における部材長寸法効果への直列モデルの適用

図-1に示す長さ L の梁に正の曲げモーメント M が作用しているとする。この梁を断面耐力が互いに独立と考えられる間隔の長さ（基準となる長さ） λ の梁に分割し、 n 個連なったものとして考える。ここで直列モデルは、 n 個の基準となる長さの梁において、そのうち少なくとも1つが破壊することをもとの梁の破壊と見なす確率モデルであり、 n によって寸法効果を評価している。よって基準となる長さ λ の各梁に同一の曲げモーメント $M=m$ が作用し、さらに各梁の曲げ耐力の確率分布関数 $P(m)$ が同一であるとすれば、純曲げスパン $L (= n \cdot \lambda)$ の曲げ耐力の確率分布関数 $P_n(m)$ は、式(1)で示される。



$$P_n(m) = 1 - \{1 - P(m)\}^n \quad \cdots \text{式(1)}$$

図-1 直列モデル

3. 実験概要と結果

同一条件下でコンクリート供試体の曲げ破壊試験を多数行う。それをもって純曲げスパンの変化が曲げ耐力に及ぼす寸法効果について確率論的な評価をする。曲げ破壊試験では断面 $8.5\text{ cm} \times 8.5\text{ cm}$ 、せん断スパン 20 cm を一定とし、純曲げスパン $L = 5, 10, 20\text{ cm}$ の3種類を用いた。使用したコンクリートは供試体の断面寸法を考慮し粗骨材最大寸法を 20 mm とし、圧縮強度は 49.1 N/mm^2 であった。本研究では、曲げ耐力のばらつきを確率論的に評価するため、純曲げスパン L 以外の耐力の変動要因をできる限り排除しなければならない。また、避けられない要因については、いずれかの供試体に偏ることなく含まなければならない。そこで、供試体はすべて同一バッチのコンクリートで作成し、載荷直前まで同一環境下に置いた。また供試体の並べ方および試験の順番も常に純曲げスパンの異なる供試体を1本ずつ交互になるようにした。なお実験結果は、荷重-たわみ曲線より判断し対称に正しく4点載荷されたもののみを有効とした。図-2は有効データ（32本（ $L = 5\text{ cm}$ ）、29本（ $L = 10\text{ cm}$ ）、23本（ $L = 20\text{ cm}$ ））より導いた純曲げスパンごとの曲げ耐力の確率分布関数を正規確率紙上にそれぞれ表したものである。図よりコンクリート梁において部材長寸法効果が現れていることがわかる。

4. 考察

図-2に示した最小純曲げスパン $L = 5\text{ cm}$ を2. で述べた λ と仮定して正規分布で近似し、式(1)で示した直列モデルを用いて $L = 10\text{ cm}$ の曲げ耐力の理論値を求め実験値と比較した。その結果、実験値の方が曲げ耐力が大きくなり、 $\lambda = 5\text{ cm}$ は不適当と判断された。よって次に、 $\lambda = 10\text{ cm}$ を仮定し、図-3の直破線Aの正規分布（実験値の平均値 $= 618.4\text{ Nm}$ 、標準偏差 $= 48.8\text{ Nm}$ ）で、 $L = 10\text{ cm}$ の実験値を近似した。この破線を用いて、式(1)の直列モデルより $L = 20\text{ cm}$ の曲げ耐力の理論値を求めたものが破線Bである。理論値より実験値の方が曲げ耐力が小さく、直列モデルを仮定した時以上に寸法効果による

影響が大きいことがわかる。以上の結果より梁長の曲げ耐力における寸法効果を評価するためには、従来提案されていた直列モデルは不適當であると考えられる。そこで現時点では理論的意味付けはしていないが、既往の研究¹⁾で提案されている式(2)の確率モデルの適用を試みた。

$$Pn(m)=1-\{1-P(m)\}^n$$

・・・式(2)

図-4の破線Cは式(2)より導いた $L=20\text{ cm}$ の曲げ耐力の確率分布関数(理論値)を示し、実験値との比較を表している。図-4より、実験値との良い一致が認められる。これらの結果から、式(2)で示された確率モデルは、精度よく梁長による曲げ耐力の寸法効果を表しているといえる。

5. まとめ

本研究ではコンクリート梁の梁長による曲げ耐力の寸法効果を解明するため、同一断面で純曲げスパンが異なる梁の曲げ試験を多数行った。その結果、曲げスパンの増大に伴う曲げ耐力の著しい低下が確認された。またその耐力低下は、式(1)に示す既存の直列モデルでは表せず、本研究で対象とした供試体については式(1)以上に耐力の低下を表現する式(2)の確率モデルが有効であることがわかった。

謝辞

本研究において実験用供試体の作製にあたり、株式会社ピー・エス東北支店の多大なる協力を得ました。この場をお借りして感謝申し上げます。

参考文献 1)小出英夫、外門正直：コンクリート梁の曲げ耐力における部材長寸法効果、コンクリート工学年次論文報告集 V o 1. 19, 1997

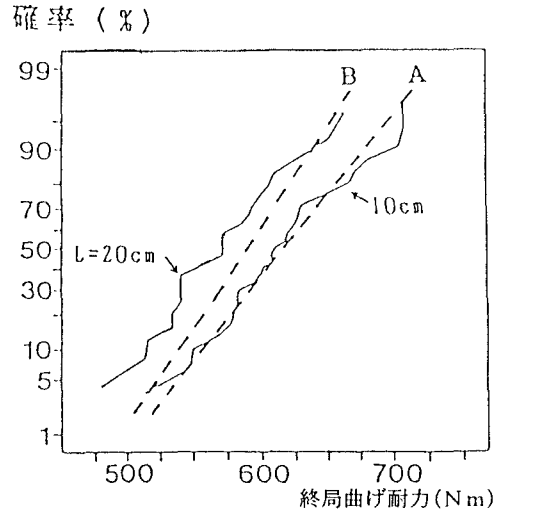


図-3 実験値と直列モデルより導いた理論値との比較

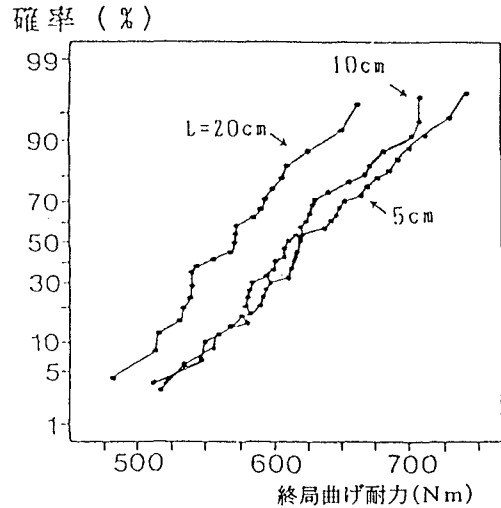


図-2 実験値より得た曲げ耐力の確率分布関数

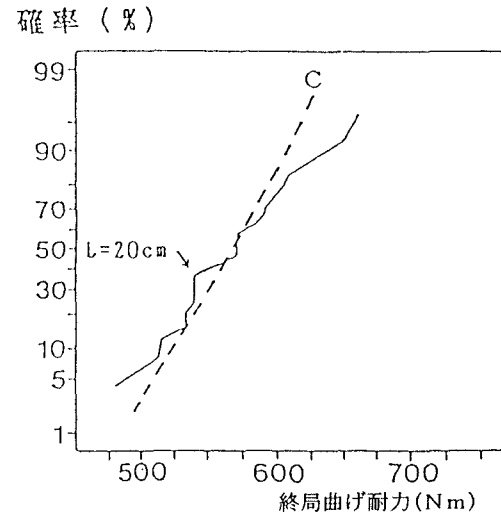


図-4 実験値と新たなモデルより導いた理論値との比較