

ねじりと曲げを受ける合成スラブの終局耐力について

JR 西日本 正会員 星野 晋司
九州工業大学 学生員 大久保 貴永
呉高専 正会員 中野 修治

1. まえがき

ねじりと曲げの組合せ荷重下での合成スラブの挙動についての研究は少ない。そこで、純ねじりと純曲げを受ける、ループ筋で接合した合成スラブの終局耐力を調べることを目的として実験を行った。この結果を、RC平板モデルおよび曲げ理論より求めた解析値と比較検討した。

2. 実験方法

図1に荷重方法を、表1に実験を行った供試体の諸性状を示す。供試体は、図1に示す両側のスラブを打設した後、5日後に両側のスラブから突き出したループ筋間にモルタルを打設し、合成スラブとした。ループ筋は、すべての供試体とも7本配置した。供試体寸法はスパン方向が100 cm から140 cm、スパンに直角方向は40 cm、全高さ h は13 cm から20 cmである。また、接合面は供試体MT1 からMT6は平滑とし、MT7 からMT9は約5 mmの凹凸面とした。

荷重方法は合成スラブ上面に2点荷重し、荷重位置から長さ e_n 、および e_m 離れた合成スラブ下面で支持し、ね

じりモーメント $T=P \cdot e_t$ と曲げモーメント $M=P \cdot e_m$ を生じさせた。実験を行ったねじりモーメントと曲げモーメントの比 $M/T=e_m/e_t$ は、0 から2 の範囲である。

3. 実験結果

図2に、供試体MT2 ($M/T=0.5$) 及びMT9 ($M/T=2.0$) のひび割れ図を示す。これよりねじりの影響が大きいMT2の場合は、接合面に沿ってひび割れが生じた後、斜めひび割れ幅の増大によってねじり破壊した。また曲げの影響が大きいMT9の場合は、接合面に沿って生じた曲げひび割れ幅の増大により、曲げ破壊した。

図3、4に供試体MT7 ($M/T=1.0$) とMT9 ($M/T=2.0$)

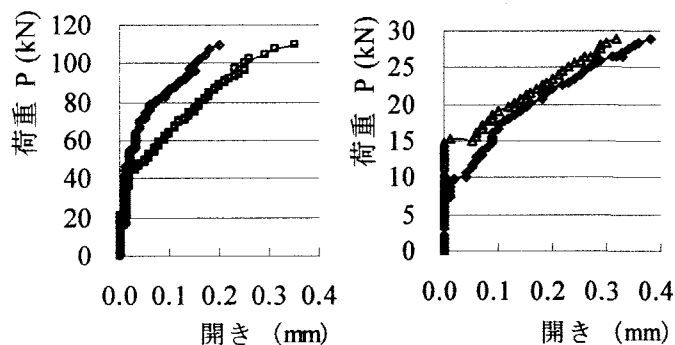
(a) MT7 ($M/T=1.0$)(b) MT9 ($M/T=2.0$)

図3 荷重—開き関係

表1 供試体の諸性状

形式	載荷位置 (cm)		M/T	コンクリート圧縮強度 (N/mm^2)	寸法 (cm)			
	e_m	e_t			w_j	h''	h'	h
MT1	0.0	35.0	0.0	31.0	8	5	10	13
MT2	7.5	15.0	0.5	28.6	8	5	10	13
MT3	10.7	15.0	0.7	41.0	8	6	10	13
MT4	15.0	15.0	1.0	31.8	8	5	10	13
MT5	22.5	15.0	1.5	36.0	8	6	10	13
MT6	30.0	15.0	2.0	28.8	8	5	10	13
MT7	15.0	15.0	1.0	35.9	10	11	20	20
MT8	22.5	15.0	1.5	29.3	10	11	20	20
MT9	30.0	15.0	2.0	29.1	10	11	20	20

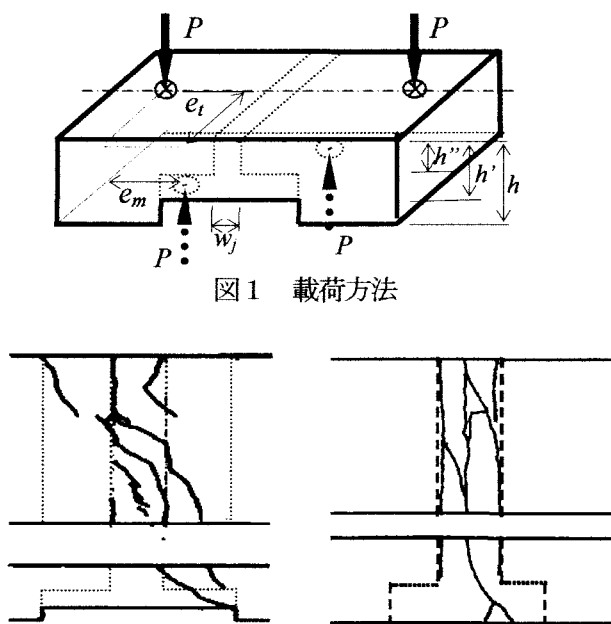


図1 荷重方法

(a) 供試体 MT2

(b) 供試体 MT9

図2 ひび割れ図

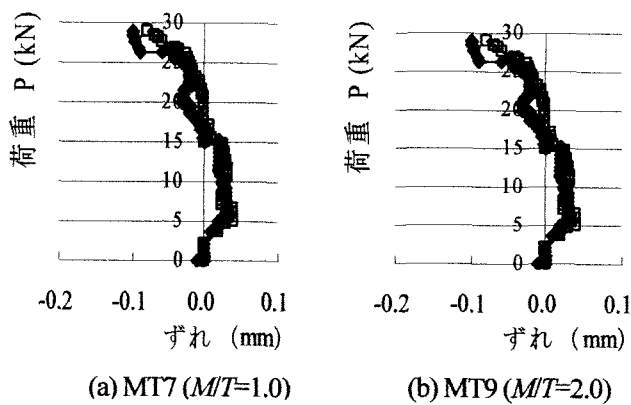


図4 荷重—ずれ関係

の、接合面のひびわれ幅（開き）と接合領域の水平方向のずれを示す。図3より、 M/T 比の違いにもかかわらず、開き量はほぼ同じ値となった。また図4より、ずれは、 $M/T=1.0$ のMT7の方がねじりの影響によりかなり大きくなった。 $M/T=2.0$ のMT9の場合、ねじりによりずれが生じ始めるが、荷重の増大とともに逆方向に変位し、ずれ量はかなり小さな値であった。

4. 解析方法

以下に、接合面を持つ合成スラブの純ねじり—純曲げ解析法について述べる。ここに、純ねじり解析はRC平板モデル¹⁾を用いた。また純曲げによるコンクリート圧縮応力はSaenzの式²⁾より求めた。

最初に、純ねじり解析よりねじりモーメントを求め、与えた M/T 比となるよう、曲げモーメントを求めた。また、ねじりの影響が大きい場合は、接合面に沿って働く摩擦、さらに接合面のずれによって生じる接合筋のダウエル作用を考慮して終局耐力を求めた。なお、ダウエル作用による接合面に沿って働くせん断力は、弾性床上の梁理論を用いた。以下に、この手順を述べる。

- (1) 比 M/T を与える。
- (2) 圧縮端ひずみを与えてねじり解析を行い、軸方向ひずみを求める。
- (3) 軸方向ひずみ、曲げによる中立軸位置を仮定し、曲げ圧縮応力分布を求める。
- (4) 曲げモーメントを求め、(1)で与えた比 M/T と比較し、一致するまで(3)に戻って繰り返し計算を行う。
- (5) 曲げによる影響が多い場合はねじりと曲げ、ねじりによる影響が大きい場合はさらに接合面に沿って働く摩擦によるせん断応力、ダウエル作用による接合筋の抵抗によって生じるせん断応力を考慮して荷重を求める。

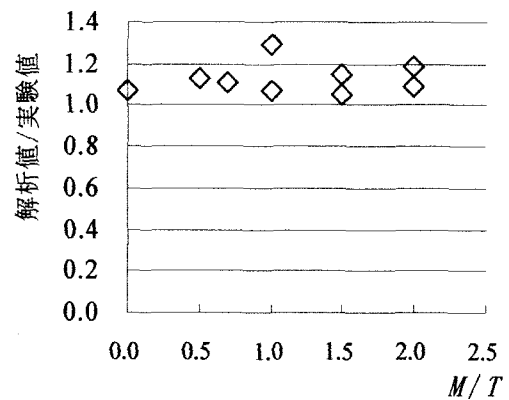


図5 終局耐力の解析値と実験値の比較

- (6) 破壊は、ねじりによる場合は鉄筋の降伏、またはダウエル作用による接合筋の降伏、曲げによる場合は引張鉄筋の降伏とした。

5. 解析結果

図5は終局耐力の解析値と実験値の比較を示す。解析値の方が実験値より平均13%大きくなった。 $M/T < 1$ の場合、解析ではねじりにより接合面に沿って生じるダウエル作用によって接合筋が降伏した。 $M/T > 1$ の場合は、曲げにより軸方向鉄筋が降伏した。また、 $M/T=1$ では、曲げにより破壊するとして、ダウエル作用を考慮しない値を解析値とした。

6. まとめ

ねじりと曲げの組合せ荷重下での、接合面がある合成スラブの挙動を、任意のひずみ段階において調べた。以下に、本研究で得られたことをまとめる。

- (1) $M/T < 1$ の領域では、ねじりによる挙動によって破壊した。このとき、ねじりと曲げの他に、接合面に沿って働く摩擦、接合筋のダウエル作用を考慮して終局耐力を求めた。
- (2) $M/T \geq 1$ の領域では、曲げ挙動によって破壊した。
- (3) RC平板モデルによるねじり解析と、曲げ理論を組み合わせることで、ねじり—曲げの組合せ荷重下での合成スラブの終局耐力の算定が可能である。

参考文献

- 1) T.T.C.Hsu: "Softened Truss Model Theory for Shear and Torsion", ACI STRUCTURAL JOURNAL, Nov. - Dec., 1988, pp.624-635
- 2) 田辺、檜貝、梅原、二羽: コンクリート構造、朝倉出版、1992