

打継目を有するコンクリートの引張・せん断応力下の強度特性に関する研究

(株)オリエンタル建設

○正会員 森下重和

愛媛大学工学部

学生員 金澤英樹

愛媛大学工学部

正会員 氏家 勲

1. はじめに

コンクリート舗装における路面の損傷・摩耗に対してコンクリートオーバーレイ工法などの補修工事が広く行われている。ここで、新設・既設コンクリートは一体としての挙動を必要とするが、打継目において剥離する可能性がある。その要因の一つとして特に新コンクリートが、乾燥収縮・季節的温度変化・太陽の直射の影響を受け、コンクリート版端部に引張およびせん断応力が同時に作用することが報告されている¹⁾。

そこで本研究は、引張およびせん断応力が同時に作用した状態での打継目の強度特性を実験により把握し、その評価方法について検討する。

2. 実験概要

本実験では、使用材料として既設コンクリートには普通ポルトランドセメントを用い、また新設コンクリートには超速硬セメントを用いた。その示方配合を表-1に示す。

また、実験の種類としては、純せん断試験(S)、純引張試験(T)、および引張・せん断試験(T-S1/3, T-S2/3)を、一体型と打継型の2種類の供試体においてそれぞれ行った。純引張試験においては角柱供試体を用い、純せん断試験においては、一般に間接一面せん断試験に用いられるPush-off型の供試体を用い、それぞれ万能試験機により載荷した。引張・せん断試験においては、図-1に示すようにまず試験断面に平行にエポキシ樹脂系接着剤により治具を取り付け、図のように引張荷重を与えるための反力フレームを組んで準備した後、純せん断試験同様に所定のせん断荷重を与え、続いて油圧ジャッキにより破壊するまで引張荷重を与えた。なお、摩擦による影響を取り除くためにテフロンシートを3枚、シリコングリスを塗り一組とし、供試体と万能試験機の間に配置した。

3. 結果および考察

図-2は引張試験における応力-ひずみ曲線を示したものである。1/3のせん断応力が作用した場合、初期の引張剛性は純引張の場合とほぼ同じである。しかしながら、2/3のせん断応力が作用した場合には剛性の低下が見られる。これは、せん断応力が作用したことにより生じる水平方向の引張ひずみが大きく、塑性の影響が現れる領域に達しているためである。また打継目のひずみ挙動および応力状態を検討するために、2次元有限要素法(FEM解析)を使用した。FEM解析では、打継型においてもコンクリートが一体として解析しており、弾性係数のみを既設・新設におい

表-1 新旧コンクリートの示方配合

	水セメント比 (%)	粗骨材率 (%)	単位量				
			水	セメント	細骨材	粗骨材	減水剤
			(kgf/m ³)			(g/cm ³)	
旧	60	48	167	278	847	950	1946
新	35	43	167	477	716	984	1908

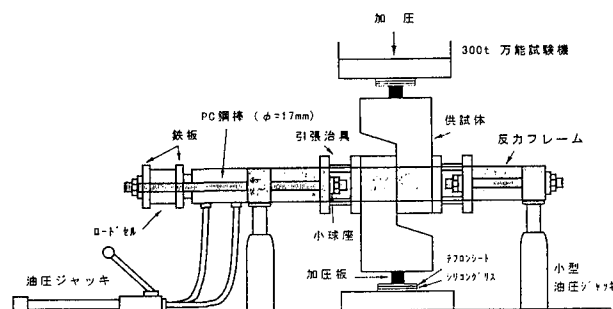


図-1 引張・せん断試験概要図

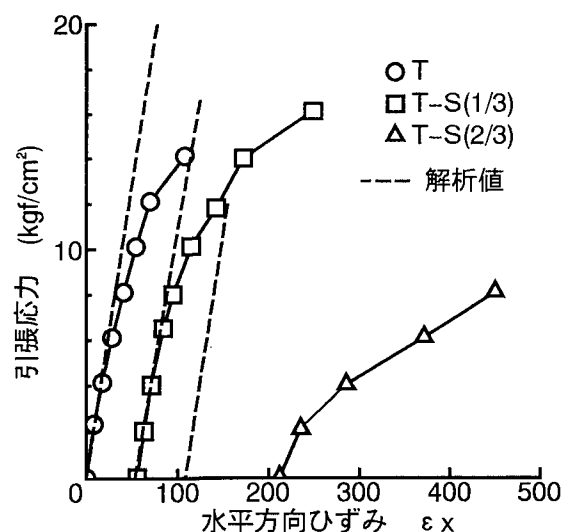


図-2 引張応力-水平方向ひずみ曲線

て実測値を用いて変えてある。打継型コンクリートにおいてT-S2/3をのぞいて実測された引張ひずみは、FEM解析の計算値とほぼ一致し、打継目の引張剛性の低下は見られなかった。

次に、解析による破壊時の応力状態について検討してみる。表-2および表-3は、解析による破壊時の主引張・せん断応力の計算値である。なお表-3では、既往の研究における結果を示してある²⁾。主せん断応力は与えたせん断荷重が変わるに従って違った値を示しているのに対して、主引張応力はそれぞれの供試体においてほぼ同じ値となっていることがわかる。打継目を有するコンクリートにおいて載荷試験時には、打継目に沿って破壊しているために、あたかもせん断応力によって破壊していると思われるが、打継目においても主引張応力が限界値に達し、それによって破壊していると考えられる。

以上のことから、引張およびせん断応力下での強度特性を主引張応力が引張強度より大きくなると破壊するという破壊基準によるモールの破壊包絡線を用いて検討する。その式を次に示す³⁾。

$$\sigma = -A\tau^2 + f_t$$

$$A = \left[\frac{\sqrt{f_t} + \sqrt{f_t - f_c}}{f_c} \right]^2$$

σ : 垂直応力 (kgf/cm²)
 τ : せん断応力 (kgf/cm²)
 A : 定数

既往の研究において、間接一面せん断試験で得られるせん断強度は見かけのせん断強度であり、真のせん断強度に比べて70～80%の値を示すことがわかっている⁴⁾。上式より求められるせん断強度に対して、実験により得られたせん断強度は、平均で約88%の値となった。図-3は引張およびせん断応力下の強度の実測値と計算値を示したものである。なお、計算式は上式の τ を0.88倍して見かけのせん断強度としている。図からわかるように実測値と計算値はほぼ一致している。

4. まとめ

本研究において、打継目を有するコンクリートの引張・せん断応力下の強度は、主引張応力が打継目の一軸引張強度より大きければ破壊するものと考えたモールの破壊包絡線によって評価することができた。

【参考文献】

- 1) 橋場盛他：複合コンクリート舗装版の収縮応力に関する検討，コンクリート工学論文集，Vol. 4, No. 1, pp. 1-11, 1993
- 2) 氏家勲他：超速硬セメントを用いたコンクリート打継目のせん断・引張応力下の強度特性，第51回土木学会年次学術講演会講演概要集，pp. 564-565, 1996
- 3) 稲田善紀：地下の空間利用，pp. 112-113, 1989
- 4) 魚本健人他：コンクリートのせん断強度試験方法に関する基礎的研究，コンクリート工学，Vol. 19, No. 4, pp. 106-117, 1981

表-2 解析による破壊時の応力状態

	一体型		打継型	
	主引張	主せん断	主引張	主せん断
S	41.93	85.5	30.5	62.55
T-S(1/3)	37.43	39.93	25.33	28.33
T-S(1/2)	39.33	51.68	32.55	39.73
T-S(2/3)	42.65	64.15	31.4	46.98

単位：(kgf/cm²)

表-3 解析による破壊時の応力状態 (既往の研究2)

	一体型	打継型A	打継型B	打継型C
	主引張	主引張	主引張	主引張
S	34.1	32.7	30.0	28.0
S T(1/3)	38.0	32.2	29.5	26.7
S T(2/3)	32.1	30.8	28.6	26.1

単位：(kgf/cm²)

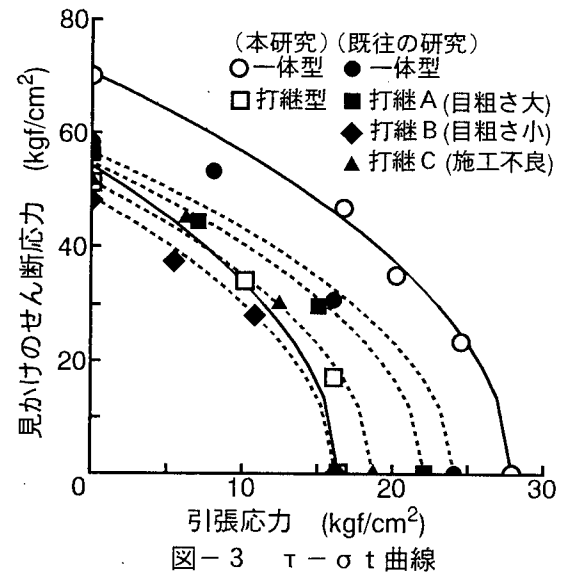


図-3 $\tau - \sigma$ 曲線