

(V - 4) コンクリートの圧縮応力場での複合せん断強度とモール破壊基準との対応

防衛大学校 正会員 加藤 清志

1. まえがき

建設部材の圧縮破壊は基本的にはせん断耐力に依存する事実を、理論的かつ実験的に検証してきた¹⁾。さらに、圧縮部材のせん断すべり面上には大きな直応力とせん断応力が作用するが、このような圧縮応力場でのせん断強度特性あるいは破壊基準を明確にすることは、コンクリート構造物の耐震性向上の指針となりうるものと考ええる。本報告では、実験により求めた破壊限界曲線とモール破壊基準とを対比させ、また、コンクリートの内部構造組織を示す一つのパラメーターとしての骨材重量比とせん断強度特性との関係について論じた。

2. 実構造物のモデル化

図-1は、柱の震災例であるが、図-2にそのすべり面の一部をモデル化した状態を示す。

3. 配合と実験装置

普通ポルト、川砂、最大寸法20mmの混合砕石等を使用し、1:1:2, 1:1.5:3, 1:2:4, 1:3:6の混合重量比に対し、スランブを3cmと15cmの2種、合計8種の配合を採用した。材令は28日である。供試体寸法は100×100×200mmの角材で、とくに、有効せん断面は100×60mmである。載荷には200tf 万能試験機と30tf ロードセルを組み込んだ2軸圧縮試験機を用いた。

4. 実験結果と考察 (1)正規化した破壊限界曲線とモール破壊基準 図-1 柱部材の震災例(昭62. 12.7, 千葉県東方沖 M=6.7) 図-2 すべり面のモデル化

図-3は複合せん断強度比(τ_{uh}/τ_{uo})と拘束応力比(σ_2/τ_{uo})との関係を示す。ここに、 τ_{uo} :単純せん断強度。これらの相関式は $\tau_{uh}/\tau_{uo}=1.010+17.478\xi-23.274\xi^2$ ($\xi=\sigma_2/\tau_{uo}, \gamma=0.965$)① 一方、モール破壊規準は②式で与えられ、①②式は等価である。 $\tau_{uh}=\tau_{uo}+\sigma_2\tan\phi$ ② ここに、 ϕ :見掛けの内部摩擦角。よって、 $\phi=\tan^{-1}(17.478-23.274\xi)$ ③

表-1に拘束応力比と内部摩擦角との関係を示す。応力レベル

$\xi=0\sim0.5$ に対し、
 $\phi=87^\circ\sim80^\circ$ ときわめてその変化は小さいが、見掛けの摩擦係数

$\mu=\tan\phi=17\sim6$ と変化はきわめて大きく、ことに、こくわずかの拘束圧でも、図-4に示すせん断面上の骨材粒子の Dowel action が有効に機能することがわかる。また、モール

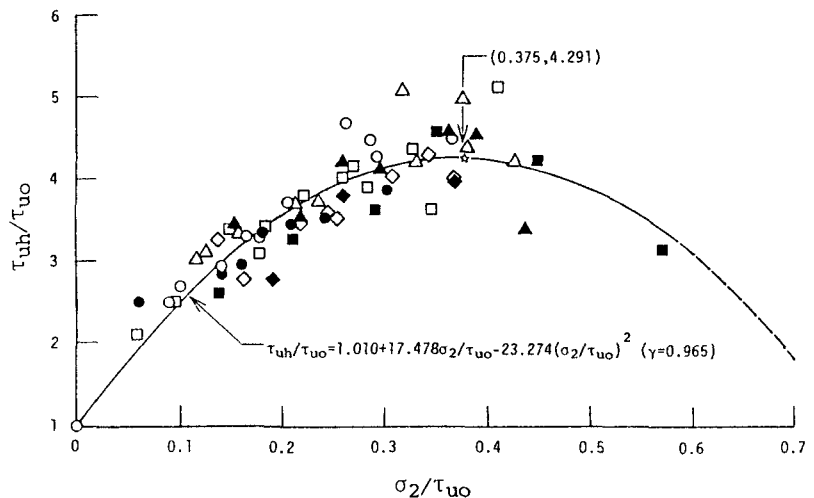
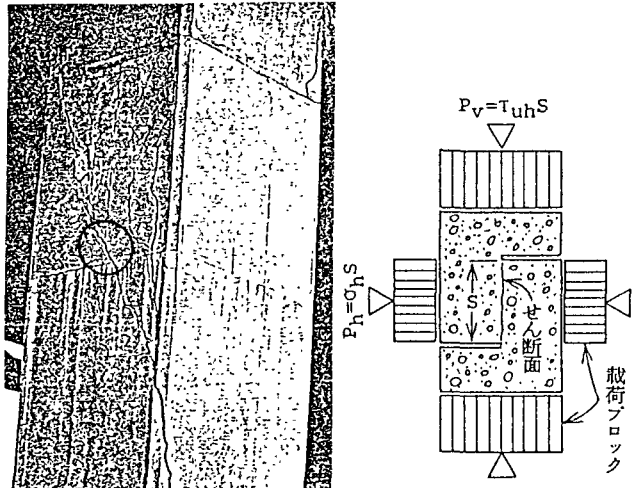


図-3 複合せん断強度比と拘束応力比との関係

表-1 拘束応力比と見掛けの内部摩擦角との関係

ξ	0	0.1	0.2	0.3	0.38	0.4	0.5	0.6	0.7
ϕ	86°43'	86°13'	85°32'	84°33'	83°29'	83°01'	80°17'	74°07'	49°52'
$\mu=\tan\phi$	17.43	15.12	12.8	10.48	8.75	8.16	5.84	3.51	1.19
モール基準式 (τ_{uh}/τ_{uo})	1.00	2.51	3.56	4.14	4.28	4.27	3.92	3.11	1.83
実験式 (①式)	1.01	2.53	3.58	4.16	4.29	4.28	3.93	3.12	1.84

規準式の複合せん断強度比と実験式①とはよく一致している。(2)内部構造組織と内部摩擦角 骨材重量比 $\{(S+G)/C\equiv\alpha\}$ と各配合ごとの最大複合せん断強度比 ($m\tau_{uh}/\tau_{uo}$) との関係は④式で与えられる。

$$m\tau_{uh}/\tau_{uo}=2.690+0.775\alpha-0.0661\alpha^2 \dots\dots\dots ④ \quad \text{モールの破壊規準を適用すると、骨材粒子シス}$$

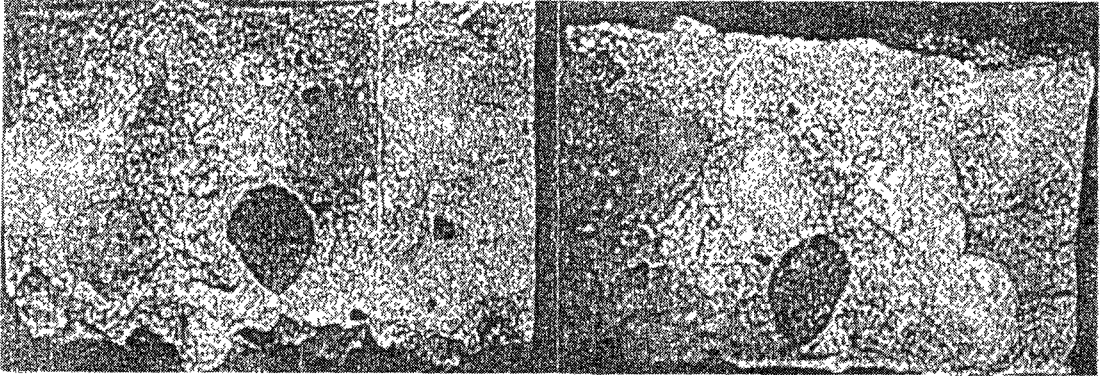


図-4 せん断面上の Dowel Actionに寄与する骨材粒子システム

テムのマクロな要因を含む見掛けの内部摩擦角 ϕ_α は⑤式で与えられる。

$$\phi_\alpha = \tan^{-1}(1.690 + 0.775\alpha - 0.0661\alpha^2)/\xi \dots\dots\dots ⑤$$

図-5は、骨材重量比の増大とともに最大複合せん断強度は増大するが、最適骨材重量比 $\alpha_m \approx 6.0(1:2:4)$ があり、これ以上では、ペーストマトリックスの不足により、界面付着強度低下に起因して急速に強度を減少させる。

5. まとめ 圧縮強度はせん断強度に支配され、実構造物ではすべり面に拘束圧縮力が作用し、実験的には単純せん断強度の約0.4倍で、4.3倍の複合せん断強度を示す。骨材粒子にはジベル効果があり、1:2:4まで骨材量の増大とともに複合せん断強度は増大する。

<謝辞>本研究には、南和孝助手、佐藤純一事務官等の助力を受けた。付記して謝意を表する。

<参考文献>1) 加藤清志・天本博文：43回年講，V，昭63.10，pp.696-697.

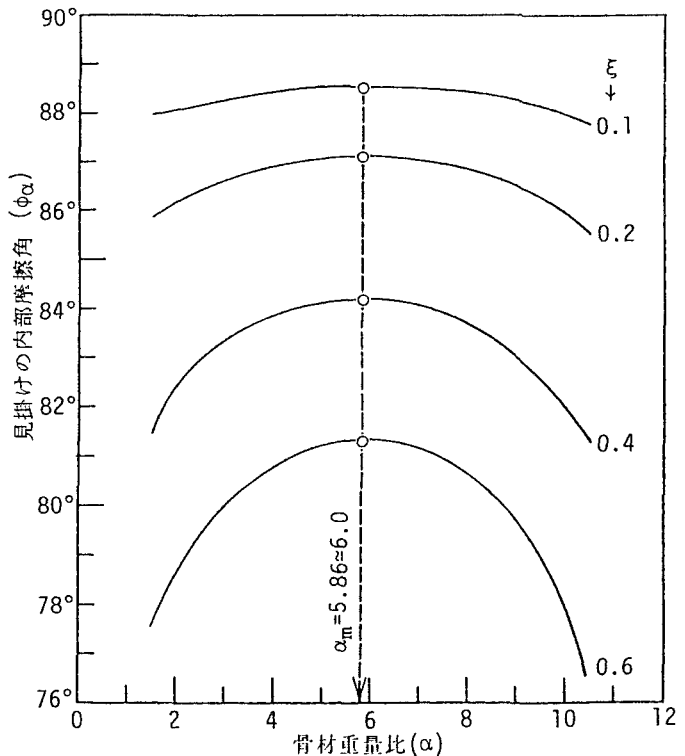


図-5 骨材重量比と見掛けの内部摩擦角との関係