

京都大学 正負 小柳 洽

宇部興産 正負 米田俊一

1. まえがき

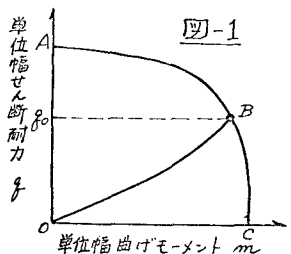
フラットスラブや集中荷重をうける鉄筋コンクリートスラブの押拔せん断耐力を推定する方法としては、Moe¹⁾, Hognestad²⁾, Yigbaki³⁾, Mowrer⁴⁾等の提案式があるが、主として実験公式であり問題点も多い。本文は、スラブの破壊機構、コンクリートの破壊条件を考慮して、これらと断面諸定数、載荷条件、支持条件とを組合せて、スラブ限界断面での押拔せん断耐力を推定する方法について考察を試み、実際にスラブの載荷実験を行なった結果と対比検討したものである。

2. スラブの押拔せん断破壊と耐力算定

スラブに集中荷重が加わるとき、荷重の増大につれて曲げひびわれおよび斜ひびわれの発達してゆき、降伏線理論などにより推定される曲げ耐力にいたったとき機構となり崩壊する(曲げ破壊)か、それ以下の荷重で限界断面の押拔せん断により急激に破壊にいたる。すなわち押拔せん断破壊は、ひびわれの発達により中立軸が上昇し、有効断面である圧縮域の減少に伴い、上載荷重を支えられず落ちこみを生ずる現象である。押拔せん断を支配する限界断面は、一般に集中荷重載荷域の周辺である。一方コンクリートは本質的にはせん断破壊を生ずるわけではないが、断面および載荷の条件が定まれば、せん断耐力が巨視的現象的なものであるから、その推定には見掛けのせん断力で扱う方が便利であり、また意味は失なわれぬ。

限界断面でのせん断耐力 V_R は、コンクリートおよび鉄筋で受けもたれる(各々これを V_C, V_S とする)ため、 V_C および V_S を推定すれば V_R の推定が可能である($V_R = V_C + V_S$)。 V_S はいわゆる dowel action であるが、 V_C に占める V_S の割合は小さく二次的と考えられる。 V_C を正確に推定することは困難であるが、上記の機構をもとに考えれば、これは非ひびわれ区間のもつ耐力である。ここで、限界断面におけるひびわれが曲げモーメントに依存すると仮定すれば、この区間の応力分布形とそれに対応するせん断耐力との間に関係があれば V_C の推定は可能である。限界断面での押拔せん断をせん断応力と関係づけることはコンクリートの破壊機構からは意味をもたないが、その状況は見掛けのせん断強度を求めるといわず二面せん断試験の状況と非常に類似している。このため V_C を求めるにあたり、曲げに伴う応力と、各応力に対応する二面せん断試験から求められたせん断耐力とを結びつけ、せん断耐力の上限値ではあるが V_C に対するかなり精度のよい推定が可能であると考えられる。このようにして、限界断面における単位幅あたりの曲げモーメント(m)とせん断耐力(q)との相関曲線が求められる。

一方スラブの支持条件および載荷条件が定まれば、限界断面に働く曲げモーメントとせん断力との関係をもとに、この m - q 相関曲線図上に荷重経路曲線を描くことができる。荷重経路すなわち m - q 関係は、初期には弾性解析から得られるが、ひびわれ q 発生以後は応力再分配に伴い変化してゆく。ここで押拔せん断耐力 V_R は、 m - q 相関曲線と荷重経路曲線との交点から推定できる(これを後にM-Q法と名付ける)。 m - q 図の概形を図-1に示す。



3. スラブの載荷実験および解析

前記の考えをもとにしたスラブのせん断耐力推定方法の適用性の可否を検討するため、鉄筋比、載荷面積、載荷方法を各2種ずつ選び、スタブをもつ軽量コンクリート(造粒型L使用)スラブの載荷実験を行なった。供試体は寸法 $90 \times 90 \times 8$ cm, $\sigma_{cu} \approx 320$ kg/cm², $\sigma_{cy} \approx 23$ kg/cm², $\sigma_{gy} = 35$ kg/mm² であり、=方向直交配筋の有効高さ6.5および5.5 cm, スラブはスパン80 cmの四辺単純支持で、中央スタブに中心載荷および偏心載荷を行なった。

供試体種別および終局耐力を Johansen による曲げ耐力の算定値とともに表-1に示す。

表-1 供試体種別および終局耐力

供試体記号	載荷面積 (a x b, cm)	鉄筋比 (%) $\rho = A_s/bh$	終局耐力 (ton)	
			実測値	Johansen
SAI	1/2 6x6	0.67	7.20	9.52
			7.40	
SAII	1/2 中心載荷	1.09	8.46	14.61
			9.60	
SBI	1/2 12x12	0.67	8.80	10.37
			9.40	
SBII	1/2 中心載荷	1.09	12.50	15.63
			12.20	
SBMI	1/2 12x12 偏心載荷	0.67	7.97	10.36
			7.68	
SBMII	1/2 ($\rho_a = 0.5$)	1.09	9.18	15.64
			10.20	

せん断耐力は、基本的には2で述べたM-Q法によって推定できるものと考えられるが、M-Q法を適用するにあたりなお近似または仮定が必要である。本実験結果の解析では、限界断面の曲げに伴う応力分布(圧縮、引張ともに放物線の一部と直線)、スタブ周辺のせん断力分布(中心圧縮では等分布)、垂直応力とせん断耐力との関係(実験値を基準)、限界断面の有効高さ、 ρ , m-g荷重経路(弾性関係からいじめられ発生以後の応力再分配に伴う経路変化の過程)、などについて適当な近似、仮定を設けた。用いた諸仮定、近似の詳細とその変化する m-g 相関係数と ρ に及ぼす影響は諸論に述べる。終局耐力に関する各種提案式と実測値との関係を図-3に示す。

M-Q法によりかなり精度のよい推定が可能である。

4. むすび

スラブの押拔せん断耐力も、断面諸数と載荷条件とから精度よく推定することは可能であれば非常に好都合である。M-Q法はせん断耐力に影響するとされている載荷面積、鉄筋比、支持条件等の諸要因の効果を定性的にはすべて説明することのできる、定量的な推定上の仮定と近似については問題点を残す。RCスラブの押拔せん断耐力推定の有力な方法として、今後検討されるべきであると考えらる。

参考文献

- 1) J. Moe; Development Dept. Bull., D47, PCA, Apr. 1961
- 2) E. Hognestad, R.C. Elstner, J.A. Hanson; Jour. ACI, June 1966
- 3) D. Yitazaki; Jour. ACI, May 1966
- 4) R.D. Mowrer, M.D. Vanderbilt; Jour. ACI, Nov. 1967.
- 5) 青岡周孝, 平井正樹, 仁枝保; セメント技術年報, 23巻, 昭和44年

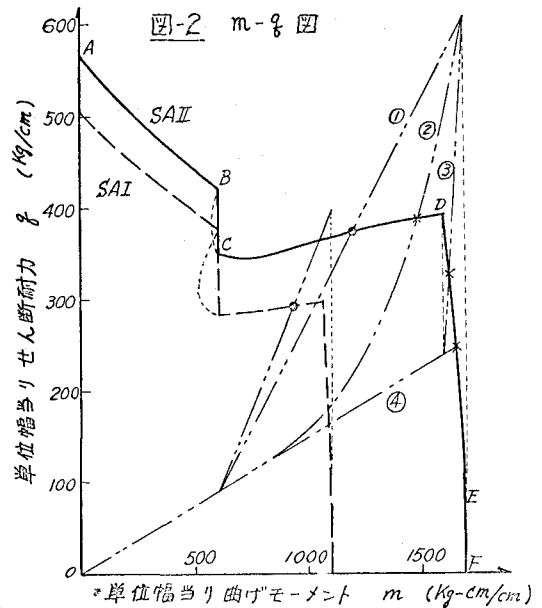


図-3 終局耐力の比較

