

高強度フライアッシュ人工骨材を用いたRCスラブの押抜きせん断耐力に関する研究

岐阜大学工学部 学生 高井 俊英
同 正会員 小澤 満津雄
同 正会員 内田 裕市
同 正会員 森本 博昭

1. はじめに

最近、石炭火力発電所から発生するフライアッシュの有効利用の一つとして、フライアッシュを主原料とした高強度人工骨材が開発された。この人工骨材は従来の人工骨材と異なり、骨材自体を高強度化するために非発泡型としたもので、高強度のコンクリートの製造も可能である。しかしながら、通常の砕石を用いたコンクリートに比べ圧縮強度に対する引張強度の比率が小さく、破壊エネルギーも 1/2 程度であると報告されている。

一方、高強度フライアッシュ人工骨材を用いた RC 部材の特性については、まだ確認されていない点があり、現在、土木学会の研究委員会において調査が進められている。本研究では、その調査の一つとして高強度フライアッシュ人工骨材を用いた RC スラブの押抜きせん断耐力について検討したものである。

RC スラブの押抜きせん断破壊については、これまでに様々な研究がなされてきたが、未だ十分に解明されているとは言い難い状況である。しかし、押抜きせん断破壊は基本的にコンクリートの破壊であり、したがって、コンクリート自体の破壊特性が押抜きせん断破壊に影響することは容易に予測できる。そこで、本研究では高強度フライアッシュ人工骨材を用いた場合の押抜きせん断耐力が通常の砕石を用いた場合とどの程度異なるかを実験的に明らかにするとともに、耐力算定式を提案するものである。

2. 実験概要

図-1 に示す通り、試験体の寸法は 120×120×8.5cm とし、配筋は鉄筋比を 2.19×1.73%とした直交異方配筋とした。なお、鉄筋はすべて D10 ($f_t=390\text{N/mm}^2$)を用いた。載荷はスパン 100cm の四辺単純支持とし、載荷面積を 10×10cm とし試験体中央に破壊まで単調に加力した。

試験の要因をコンクリートの種類として、砕石コンクリート (記号 G50)、圧縮強度を 3 種類(30, 50, 80 N/mm^2)に変えた高強度フライアッシュ人工骨材コンクリート (記号 TL30, TL50, TL80) の合計 4 種類の試験体を製作した。なお、試験体は 1 条件につき 2 体を製作した。使用したコンクリートの強度試験結果を表-1 に示す。

3. 実験結果および考察

3. 1 破壊性状

いずれの試験体も曲げひび割れが発生したのちに載荷部分の周辺からコーン状に押し抜ける押抜きせん断破壊を生じた。図-2 に載荷点中央のたわみと荷重との関係を示す。同図において、いずれの試験体の荷重変位曲線もひび割れ発生 (40kN 程度)以降、最大荷重点まではほぼ直線的になっており、このことから曲げモーメントによる降伏線が十分に発達する前に押抜きせん断破壊を生じていることが伺える。

表-1 コンクリートの強度

試験体	f'_c	E_c	f_t
TL80	85.3	32.1	2.57
TL50	55.6	26.4	2.57
TL30	32.7	22.0	2.90
G50	55.8	31.3	3.57

f'_c : 圧縮強度(N/mm^2), E_c : 弾性係数(kN/mm^2),

f_t : 引張強度: (N/mm^2)

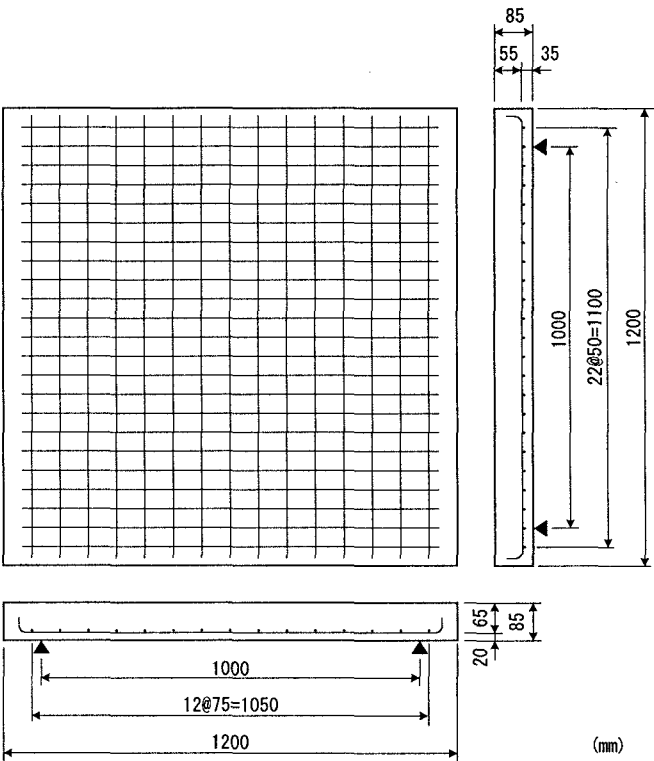


図-1 試験体の配筋

高強度フライアッシュ人工骨材を用いた試験体について押抜きせん断破壊後の破壊面を観察したところ、強度の低い TL30 では破壊面はモルタルと骨材の界面に沿って形成されているのに対して、高強度の TL80 では骨材が割れ、破壊面が骨材を貫通していた。TL50 の破壊面は TL30 と TL80 の中間的な状況であった。

TL シリーズの押抜きせん断耐力は、コンクリート強度の増加とともに大きくなった。しかし、圧縮強度を 80N/mm² とした場合 (TL80) でも、圧縮強度が 55N/mm² の砕石コンクリートを用いた場合 (TL50) と同程度の耐力しか得られず、圧縮強度が 55N/mm² 程度で同じ場合 (TL50 と G50) には、高強度フライアッシュ人工骨材を用いた場合には砕石を用いた場合に対して 85%程度の耐力となった。

3.2 耐力算定式の提案

表-2に各試験体の押抜きせん断耐力の実験値と土木学会コンクリート標準示方書による算定値の一覧を示す。なお、実験値は各条件 2 体の試験体の平均値である。

コンクリート標準示方書による算定値は、いずれの試験体の場合も実験値を上回る結果となった。とくに強度が高い TL50 と TL80 ではその差が大きくなった。砕石コンクリートの場合でも算定値が実験値を上回った理由の一つは、コンクリート標準示方書の算定式では有効高さの影響を表す係数 β_d に上限値 (1.5) を設定しているが、今回はこの上限値を無視しているためである。そこで、高強度フライアッシュ人工骨材を用いた場合の押抜きせん断耐力の算定式を検討するに当たり、以下ではコンクリート強度のみの影響を考慮することとし、その他の影響因子 (有効高さ、鉄筋、載荷面積) はすべて現行のコンクリート標準示方書と同じとした。なお、コンクリート標準示方書の算定式は圧縮強度が 50N/mm² 程度までを対象としたもので、高強度コンクリートには適用できないとされているが、今回は現行の形式のまま高強度まで拡張することとした。

表-2に TL シリーズについて圧縮強度 55N/mm² の TL50 の耐力を基準とした場合の TL30 と TL80 の耐力を示す。この耐力比を実験値とコンクリート標準示方書の算定値で比べると、実験値はコンクリート強度に対するせん断耐力の増加が小さくなっている。そこで、押抜きせん断耐力が圧縮強度の平方根に比例するとした現行式に対して、3 乗根に比例するとした式を提案する。なお、圧縮強度が 55 N/mm² の場合、TL50 の耐力は G50 の 85%であったことから、算定式中の定数を定めた。表-2 に提案式による算定値を示すが、いずれの試験体も実験値と提案式の比は 0.9 程度となり、砕石コンクリートの場合の実験値と現行式による算定値との比 (0.88) とほぼ同じとすることができた。

4. まとめ

高強度フライアッシュ人工骨材を用いた RC スラブの押抜きせん断耐力を推定するために載荷試験を行い、現行のコンクリート標準示方書の算定式に対する修正式を提案した。提案式では高強度フライアッシュ人工骨材を用いた場合には、コンクリート強度に対するせん断耐力の増加が通常の砕石を用いた場合に比べ小さいことを考慮した。

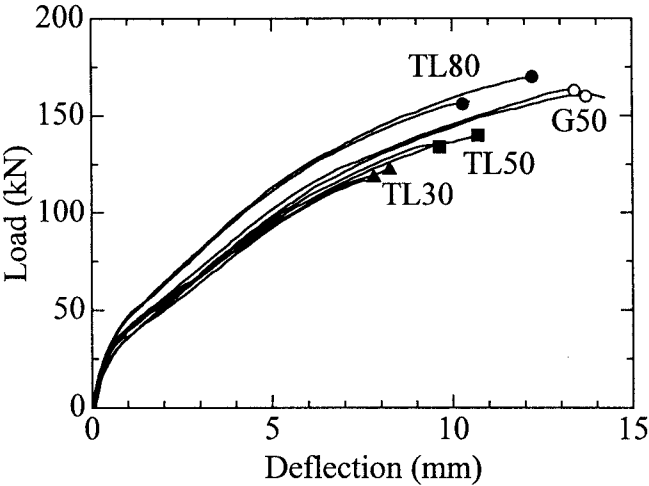


図-2 荷重-変位曲線

表-2 押抜きせん断耐力の実験値と算定値

試験体	Pu (kN)	$\frac{Pu}{Pu_{TL50}}$	JSCE1 (kN)	$\frac{JSCE1}{JSCE1_{TL50}}$	JSCE2 (kN)	$\frac{JSCE2}{JSCE2_{TL50}}$	$\frac{JSCE2}{JSCE1}$	$\frac{Pu}{JSCE2}$
TL80	163.4	1.19	226.8	1.39	178.4	1.15	0.79	0.92
TL50	137.5	1	183.1	1	154.7	1	0.85	0.89
TL30	120.0	0.87	140.4	0.77	129.6	0.84	0.92	0.93
G50	162.3		183.4					

JSCE1 (現行式) : $=0.2\sqrt{f'_c} \sqrt[4]{1/d} \sqrt[3]{100p} \{1+1/(1+0.25u/d)\} u_p d$

JSCE2 (提案式) : $=0.33 \sqrt[3]{f'_c} \sqrt[4]{1/d} \sqrt[3]{100p} \{1+1/(1+0.25u/d)\} u_p d$