

コンクリートの引張強度における異方性について

愛媛大学工学部 正岡 秋木三郎

1. まえがき

コンクリートの異方性(ここではコンクリートの打ち込み方向と載荷方向を同方向と直角方向とした強度比較)については、過去、同形状供試体で行なつた圧縮強度試験に続き、今回は引張強度試験についてこの両者の関係を検討したものである。

2. 実験方法と配合

材料:セメントは市販の普通ポルトランドセメント(比重 3.15, 28日圧縮強度 40.9%)を使用した。粗骨材は愛媛県温泉郡重信町の卵石(比重 2.55, 吸水率

1.60%)を一旦水洗ふり分け(表1の割合で再混合して用いた。

細骨材は愛媛県松山市大町産の河砂(比重 2.56, 吸水率 1.27%

粗粒率 2.75)を使用した。混和剤はグリンゾル(AE剤)を用いた。

配合:無添加のコンクリートの配合は表2に示すように、水セメント比 45, 55, 65%の3種、粗骨材の最大寸法 40, 30, 20mmの3種、

スランプ 75, 125, 175mmの3種を組合せたものである。またグリンゾル添加分は1.0%以上結果併せて行なった。

実験方法:引張強度試験は割裂引張強度試験方法により打ち込み方向と同方向および直角方向載荷の2種、供試体は一边 15cmの立方体を1個、6面の計 12個、突き回数 12層詰め、各層 32回とした。供試体上面は成形 24時間後にキャッピングし、成形 48時間後に脱型、水中養生を行ない、材料 28日引張試験を行なった。

3. 結果およびその考察

同方向載荷時の引張強度を 100としたときの直角方向の引張強度を示すに示す。全平均は無添加で 100.7, 添加分で 110.4 となる。変動係数は無添加で同方向の平均が 5.76%, 直角方向が 6.15%, 全平均 5.76%, 添加分で同方向の平均が 6.80%, 直角方向が 6.11%, 全平均 6.47% となる。

今回の実験からみて、全平均は図1に示すように $\sigma_{\text{eps}} < \sigma_{\text{epv}}$ (無添加) $\sigma_{\text{eps}} < \sigma_{\text{epv}}$ (同方向の引張強度, σ_{epv} :直角方向の引張強度), $\sigma_{\text{eps}} < \sigma_{\text{epv}}$ (添加) $\sigma_{\text{eps}} < \sigma_{\text{epv}}$ (同方向の引張強度, σ_{epv} :直角方向の引張強度)となり、変動係数の範囲は 6.5%前後と狭く、無添加で 2.05%~2.22% 間であり、差が小さく 1.54%~2.05% σ_{epv} の大きく、添加分において平均して σ_{epv} が大きい値を示した。

表1. 粗骨材の混合割合 (%)

最大寸法 (mm)	40~30	30~20	20~10	10~5
40mm	25	25	30	20
30	—	—	40	25
20	—	—	60	40

表2. コンクリートの配合

配合の種類	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (mm)	水セメント比 (%)	粗骨材の割合 (%)	細骨材の割合 (%)	水 (%)	セメント (%)	粗骨材 S (%)	粗骨材 F (%)
1.1.1	40	5~10	45	45	38	18.2	40.5	67.6	111.1
1.1.2	40	10~15	45	45	38	15.9	40.2	64.8	106.5
1.1.3	40	15~20	45	45	38	12.2	40.1	62.6	102.9
1.2.1	30	5~10	55	45	45	19.3	42.8	70.5	102.4
1.2.2	30	10~15	55	45	45	20.2	43.8	68.9	100.1
1.2.3	30	15~20	55	45	45	20.9	44.4	67.6	97.7
1.3.1	20	5~10	65	45	47	20.9	46.4	74.8	87.4
1.3.2	20	10~15	65	45	47	21.6	46.0	72.3	85.6
1.3.3	20	15~20	65	45	47	22.5	50.0	73.6	82.4
2.1.1	40	5~10	55	55	40	17.9	32.6	74.2	113.8
2.1.2	40	10~15	55	55	40	18.2	33.0	73.7	111.5
2.1.3	40	15~20	55	55	40	19.0	34.6	72.4	109.2
2.2.1	30	5~10	65	55	47	17.3	35.0	74.8	102.7
2.2.2	30	10~15	65	55	47	17.9	35.8	74.0	101.6
2.2.3	30	15~20	65	55	47	20.2	36.6	75.2	100.6
2.3.1	20	5~10	75	55	49	20.9	38.0	83.6	87.4
2.3.2	20	10~15	75	55	49	21.2	38.7	82.7	86.6
2.3.3	20	15~20	75	55	49	21.8	39.6	81.7	85.5
3.1.1	40	5~10	65	65	42	18.0	29.7	75.4	110.5
3.1.2	40	10~15	65	65	42	18.2	29.9	75.2	110.2
3.1.3	40	15~20	65	65	42	18.0	29.3	74.7	107.1
3.2.1	30	5~10	75	65	49	17.3	29.7	82.3	101.6
3.2.2	30	10~15	75	65	49	17.7	30.2	81.7	100.6
3.2.3	30	15~20	75	65	49	20.2	31.0	81.0	99.5
3.3.1	20	5~10	85	65	51	20.9	32.2	89.3	86.6
3.3.2	20	10~15	85	65	51	21.2	32.6	88.8	86.0
3.3.3	20	15~20	85	65	51	21.8	33.1	88.3	85.2

粗骨材の最大寸法別に σ_c と σ_{cp} の関係を示したものが図2である。無添加の最大寸法 40 mm 以下のときは、直方向、直方向の強度比は σ_c に関係なくほぼ一定であるが、30 mm 以下のときは σ_{cp} が増加するにつれて強度比は減少する。 σ_{cp} 1.54 のとき 114.5 となり、 σ_{cp} 2.22 のとき 102.0 となった。一方 20 mm 以下のときは 30 mm と逆で、 σ_{cp} の増加に伴い強度比は増加する。添加成分の割合も無添加ほど顕著ではなかったが同様の傾向を示した。つぎにスランプリット強度比を示したものが表4である。無添加、添加の両者とスランプリット 15~20 cm のものが、10 mm スランプリットの強度比より、粗骨材の最大寸法にのみ関係なく強く、とくに 10 % を越えていた。

つぎに使用骨材の比表面積 A_0 と σ_c の関係を示したものが図3である。骨材の比表面積は、3つの分け法で求めたもので、無添加、添加共に A_0 が増加するにつれて強度比は大きくなる傾向がある。しかし、前回の圧縮強度と比較すると及第の傾向を示す。つまり圧縮強度では A_0 が減少するにつれて強度比が大きくなった。破断面の検討：40 mm グループに於いて割装試験後の破断面を写真撮影し、粗骨材の破断面積と割断面積 (80 mm 以上のもの) に関

係、それぞれの比を正、直方向に求めると、無添加で 61 % と 41 %、添加で 42 %、32 % と直方向が有利な傾向がある。セグメントは検討していない。

4. まとめ

- 1) 圧縮強度では正、直方向の両者にはほとんど差がみられなかったが、割装引張強度では直方向が大きい値となった。
- 2) スランプリットの強度比について、15~20 cm のものが無添加、添加共に直方向が 10 % 大きい値を示した。
- 3) 骨材の比表面積と引張強度について、圧縮強度は逆の傾向を示し、 A_0 が増加するにしたがって強度比は大きくなるようである。

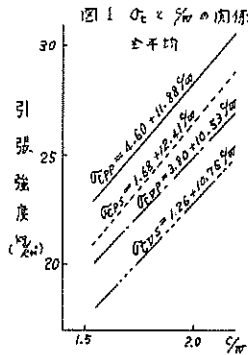


表4. スランプリット強度比

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプリット 30mm (cm)	強度比	
		無添加	添加
40	5~10	109.3	105.7
	10~15	108.8	112.6
	15~20	112.3	112.2
30	5~10	109.8	107.4
	10~15	105.0	108.1
	15~20	110.0	110.8
20	5~10	102.9	104.2
	10~15	106.0	115.6
	15~20	114.8	115.6

図2. 粗骨材の最大寸法別 σ_c - σ_{cp} 線

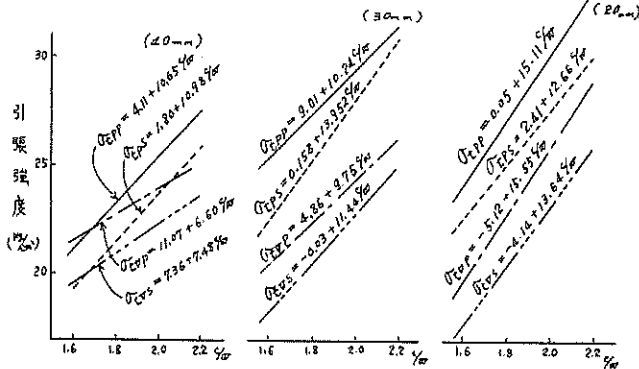


表3. 直方向と直方向の強度比

配合の種別	強度比	
	直方向	直方向
1.1.1	99.7	96.2
2	126.4	119.7
3	128.7	118.4
1.2.1	102.9	102.2
2	101.0	101.7
3	102.1	102.5
1.3.1	102.9	102.2
2	110.5	113.4
3	111.5	113.5
2.1.1	106.7	115.9
2	105.3	108.6
3	115.7	109.9
2.2.1	108.7	106.3
2	102.1	107.8
3	110.2	111.6
2.3.1	111.7	100.7
2	104.7	117.3
3	120.5	112.2
3.1.1	107.9	107.1
2	96.4	111.6
3	112.2	118.7
3.2.1	117.8	107.7
2	110.9	112.7
3	116.8	117.4
3.3.1	96.0	103.8
2	102.9	112.0
3	113.8	117.1

図3. σ_{cp} と A_0 の関係

