

V-450 切欠き付きボーリング孔を用いた静的破碎剤による コンクリート構造物の解体に関する研究

九州工業大学 学生員 阪井 泰造
同 上 正会員 山崎 竹博
同 上 正会員 出光 隆

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物が生まれて100年となる今日、構造物の老朽化による物理的破壊はもとより、社会の発展に伴う構造物の機能的破壊、構造物の維持、管理における経済的破壊などに伴う解体工事が増えている。解体工法には、外部からの衝撃や油圧その他簡単な機械、火炎、火薬、膨張圧、電気、噴射掘洗、転倒などによる方法があるが、都市部では解体時の騒音や振動、飛散物などの公害に対して十分な配慮が必要となる。

本実験では、静的破碎剤を用いた無公害解体工法についてボーリング孔の切り欠きに着目し、少ない数のボーリング孔で確実にひび割れ方向を誘導できる方法について検討を行った。

2. 実験方法

静的破碎剤の膨張圧を有効に用いるには、孔径の約10倍以上の深さのボーリング孔が必要となる。そこで本実験では、孔径40mmのボーリング孔を用い、表-1に示すような大型供試体を作製した。ひび割れ誘導には、ボーリング孔内に切り欠きを設けるが、掘削時の作業能率を上げるため削削と同時に切り欠きを作製する工法を用いた。この時、作業性を考慮に入れると切り欠きは小さい方が好ましい。そこで、切り欠きの大きさとひび割れ誘導性を調べるため、切り欠きなし、3mm、5mmの切り欠きについて実験を実施した。これらの形状を以後円形、小ノッチ、大ノッチと呼ぶ。この他、膨張圧の大きさとひび割れ誘導可能な最大ボーリング孔間隔とを調べる目的で図-1に示すようにそれぞれの供試体に6箇所削孔した。この時、中央2孔をボーリング孔間隔と破碎時最大膨張圧の比較検討に用い、両端2孔ずつ(3L/4, L/2)を自由面に対するひび割れ誘導性の比較検討に用いる。

水-破碎剤比30%で機械練りを行った静的破碎剤をボーリング孔に充填し、ひび割れ状況を観測する。

3. 実験結果

(1)ボーリング孔間隔と破碎時最大膨張圧の比較(中央2孔)

それぞれのボーリング孔間隔において円形、小ノッチ、大ノッチのひびわれの方向性をみると、円形において、2円孔間はつながるが自由面に対して2方向に割裂しやすい。それに対して小ノッチ及び大ノッチは、切り欠き方向にひび割れが生じ、直線的に割裂した。

原田¹⁾は、図-2のような円形ボーリング孔において、 p を膨張圧、 L を有効幅とし、 $k \leq 5$ のとき平均応力 σ がコンクリートの引張強度 f_t と等しくなったときに破碎すると考え、 $t-t$ 断面のつりあいの式より、 $k = L/r$ として $p = (k - 1) f_t$ を破碎時膨張圧として提案している。一方、 $k > 5$ では膨張圧による応力の影響がコンクリートの自由面に到達する前にボーリング孔縁の引張破壊が起こり、ひび割れが生じる。

表-1 供試体寸法及びボーリング孔間隔

供試体番号	供試体寸法(cm)	ボーリング孔間隔(cm)
No. 1	280×190×70	95
No. 2	240×160×70	80
No. 3	210×130×70	65
No. 4	180×110×70	50

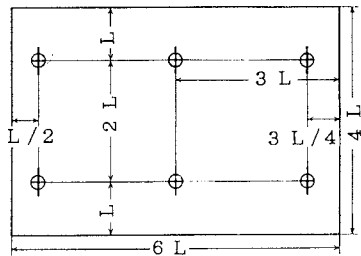
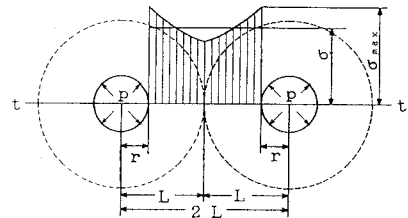


図-1 ボーリング孔掘削寸法



L:有効幅(cm)
r:ボーリング孔半径(cm)
 σ :コンクリートの平均応力(kgf/cm²)
p:膨張圧(kgf/cm²)

図-2 2円孔における膨張圧と平均応力

その結果、孔は切り欠きがついた状態となり、その後その部分への応力集中により割裂破砕が進行するため、破砕時膨張圧は計算による膨張圧よりも低い値となる。したがって、原田は破砕時膨張圧を若干低減させ $p = 0.8 \text{ kgf/cm}^2$ を提案している。この式を用いた計算膨張圧と測定膨張圧の比較を表-2に示す。円形と切り欠き付きとの差は初期の切り欠きの有無によるものであるが、その違いが表-2からもわかるように顕著に表れている。

表-2 中央2円孔による実験及び計算結果

		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
$k = L/r$		23.8	20.0	16.3	12.5
円形	圧縮強度 (kgf/cm ²)	299	341	224	292
	引張強度 (kgf/cm ²)	22.4	24.4	18.4	22.1
	理論膨張圧 (kgf/cm ²)	426	390	239	221
	破砕時最大膨張圧 (kgf/cm ²)	290	316	237	230
	破砕時間 (h)	49.8	69.5	26.0	14.0
	破砕時最大膨張圧/理論膨張圧 (%)	68.1	81.0	99.2	104
小ノッチ	圧縮強度 (kgf/cm ²)	281	340	236	292
	引張強度 (kgf/cm ²)	21.5	24.4	19.1	22.1
	理論膨張圧 (kgf/cm ²)	409	390	248	221
	破砕時最大膨張圧 (kgf/cm ²)	215	216	156	192
	破砕時間 (h)	20.2	26.7	5.7	6.2
	破砕時最大膨張圧/理論膨張圧 (%)	52.6	55.4	62.9	86.9
大ノッチ	圧縮強度 (kgf/cm ²)	287	298	257	292
	引張強度 (kgf/cm ²)	21.8	22.3	20.4	22.1
	理論膨張圧 (kgf/cm ²)	414	357	265	221
	破砕時最大膨張圧 (kgf/cm ²)	240	210	144	153
	破砕時間 (h)	22.7	24.3	5.7	5.2
	破砕時最大膨張圧/理論膨張圧 (%)	58.0	58.8	54.3	69.2

(2)自由面に対するひび割れの誘導性の比較

$L/2$ 及び $3L/4$ の破砕時最大膨張圧及び破砕時間の測定結果を表-3に示す。

表-3 自由面距離の違いによる破砕膨張圧及び破砕時間の測定結果

		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	
自由面に近い (L/2)	円形	破砕時最大膨張圧 (kgf/cm ²)	232	—	193	105
		破砕時間 (h)	15.5	—	12.8	5.8
	小ノッチ	破砕時最大膨張圧 (kgf/cm ²)	208	178	141	80
		破砕時間 (h)	10.3	9.8	4.8	4.5
	大ノッチ	破砕時最大膨張圧 (kgf/cm ²)	183	156	125	100
		破砕時間 (h)	6.0	7.2	3.7	4.5
自由面から遠い (3L/4)	円形	破砕時最大膨張圧 (kgf/cm ²)	328	242	286	136
		破砕時間 (h)	53.7	22.7	32.8	6.3
	小ノッチ	破砕時最大膨張圧 (kgf/cm ²)	233	203	182	146
		破砕時間 (h)	16.5	14.8	7.2	6.7
	大ノッチ	破砕時最大膨張圧 (kgf/cm ²)	174	187	175	121
		破砕時間 (h)	5.7	9.7	9.0	6.3

自由面に近い(L/2)場合、円形では、いずれの供試体も近い自由面へひび割れが生じているが、切り欠き付きでは、切り欠き方向の応力集中により低い膨張圧で切り欠き方向にひびが入り、その後、膨張圧の上昇とともに切り欠き方向の自由面側の平均応力がコンクリートの引張強度を超えた瞬間に割裂し、その直後別の自由面(L/2側)にひび割れが発生した。

自由面から遠い(3L/4)場合、切り欠き付きでは切り欠き方向にひびが進行し、自由面側の平均応力はコンクリートの引張応力を超えることなく、切り欠き方向にのみ割裂した。それから数時間遅れて3L/4側の自由面にひび割れが入る場合もあった。

4. 結論

- (1) 円形ボーリング孔より切り欠き付きボーリング孔の方がひび割れ誘導性において優れている。
- (2) それぞれのボーリング孔間隔において、円形ボーリング孔より切り欠き付きボーリング孔の方が約3割低い膨張圧で破砕する。
- (3) ひび割れ誘導性による小ノッチと大ノッチとの差はみられず、作業性を考慮に入れると小ノッチの方がよい。

<参考文献> 1)原田哲夫：静的破砕剤を用いたコンクリート構造物の解体に関する基礎的研究