## 風車基礎接合部のコンクリート損傷に及ぼす空隙の影響に関する研究

大阪市立大学大学院	学生員	○菅 祐太朗	長大(研究時 大阪市立大学大学院)	正会員	黒木	唯真
大阪市立大学大学院	正会員	角掛 久雄	日建設計シビル	正会員	村川	史朗
			大阪市立大学大学院	正会員	鬼頭	宏明

### 1.はじめに

アンカーリング方式基礎(図-1)において,アンカ ーリングとコンクリートの界面から水とコンクリート 粉体(スラッジ)が噴出し,数mmから数cm沈下す る現象が国内外で確認されている.その要因解明のた め,著者ら<sup>1)</sup>は水の浸入と施工時に発生すると考えら れるベースプレート下面に生じる空隙の存在が疲労摩 耗の促進に影響することを示した.しかし,模擬した 空隙が実際に生じていると想定される形状とは異なっ ており,空隙形状による影響については明らかにされ ていない.Maiら<sup>2)</sup>によっても検討がなされているが, 作用荷重が暴風時の場合であり,また空隙に対する検 討はなされておらず,更なる検討が必要である.

そこで、本研究では模型による繰り返し載荷実験を 実施し、空隙と水の浸入の両者が存在する条件でのコ ンクリートの疲労摩耗に及ぼす空隙量、空隙形状の影 響について明らかにすることを目的とする.

### 2. 実験概要

供試体は図-2に示すように、アンカーリング接合部 の一部をモデル化した.コンクリートは、呼び強度 24 N/mm<sup>2</sup>,水セメント比 53%,最大骨材寸法 15mm とし、 早強セメントを用いた.水の浸入を模擬するためにコ ンクリートとアンカーリングの界面に水槽を設けた. 繰り返し載荷は PC 鋼棒でコンクリート部を下側で固 定し、アンカーリングを図-2の上側孔部でピン支持と して行った.空隙形状は図-2に示した円形(小)を基 準とし、等間隔に配置した.

載荷荷重は、参考とした実機における運転時設計レ ベルより空隙を考慮しない支圧強度比(圧縮時:0.16) を基準とした.支圧強度比とは、コンクリートの圧縮 強度に対するベースプレート下面から作用する支圧応 力の比である.空隙の存在する圧縮側のみに着目した 実験とするが、引張時の荷重は実験の都合上、空隙に 水を循環させるために 15kN を一定として載荷してい る.載荷速度は、風車の固有周期と文献2)および引張 側を考慮しないことより1Hzで実験を実施し、アンカ ーリングとコンクリートの相対変位を計測した.

**表-1**にパラメータを示す.上述したように円形(小) の空隙を基準とし,アンカーリング下面の空隙量(0, 15,30%)や空隙形状(円形(小) φ20,円形(大) φ32,角形(図-2))を変化させた5種類の供試体,そ れに加えて,作用荷重を下げることで健全時と同様の 実支圧強度比にした供試体1体の計6体実施した.







図-2 供試体概略図(単位 mm)

表-1 実験パラメータ

名称	水	空隙量(%)	空隙形状	荷重レベル	支圧強度比 (実支圧強度比)	
0-N		-	-		0.16 (0.16)	
15-S		15	田形(小)	運転時	0.16 (0.19)	
30-S	$\cap$				0.16 (0.23)	
30-L	0	30	円形 (大)			
30-Sq		50	角形			
30-S-LP			円形(小)	低荷重	0.11 (0.16)	

キーワード風車基礎接合部,アンカーリング,空隙,沈下,疲労摩耗連絡先〒558-8585大阪市住吉区杉本 3-3-138TEL&FAX 06-6605-2723

# 3.実験結果

### 3-1. 空隙量および支圧強度比による影響

図-3に空隙量と支圧強度比をパラメータとした4体 に対する最大荷重時の変位(繰返し回数1回目を0と する) -繰り返し回数のグラフを示す.全供試体とも に繰り返し回数に伴う変位の進展が確認され,スラッ ジの噴出も確認された.

健全な状態である 0-N は載荷開始後 1 万回以内に 0.5mm 程度の変位の進展は見られたが、 40 万回まで 載荷しても変位は約1.3mmであり、非常に緩やかな沈 下あった.一方で他の供試体には、健全時とは異なる 変位の進展が見られた. 15-S では4万回まで緩やかに 変位が進展し、以降は急激に進展し6万回で約5.0mm まで達した. 30-S は水の浸入を確認後, 急激に沈下し, 5000 回で約 3.0mm まで変位が達した. これらは支圧 強度比 0.16 で載荷しているが、空隙を考慮した実支圧 強度比は 15-S で 0.19, 30-S で 0.23 であり, 空隙量が 大きく強度比が高くなるほど沈下が早くなっていった. しかし,実支圧強度比を 0.16 にした 30-S-LP では, 30-S よりも緩やかな沈下であるが 15-S よりも急激に沈下 していた.以上より、支圧強度比による影響はあるも のの、空隙の存在によって沈下は生じやすくなり、空 隙量の増加がより沈下に影響を及ぼすことが示された.

図-4 に1 例として 30-S の載荷後のコンクリートの 支圧面を示す.支圧面を観察すると凹部は表層のセメ ントペーストが削られているが,凸部は粗骨材が露出 し,損傷しており,空隙による影響が確認出来る.

### 3-2. 空隙形状による影響

図-5に空隙形状をパラメータとした3体に対する変位-繰り返し回数のグラフを示す.角形状である 30-Sqは凸部の角長さが30-Sと同様であり,初期に急激な沈下が生じた.ただし,その後は緩やかな沈下となり,空隙形状の違いによって沈下の進展の傾向が異なっているようにも思えるが,同じ空隙形状の文献1)ではこのような沈下は生じなかった.一方で,30-S, 30-Lは円形状であるが,30-Lは直径が大きく凸部の角長さが約35%少ない.そのため,初期に生じると思われる角落ちによる空隙周りの損傷量が少なく,支圧面積も減少しにくかったと推測できる.よって30-Lは変位進展1mm未満の初期において,緩やかな変位の進展を示したと考えられる.しかし,これらは繰り返し回数が1万回未満で生じた差であり,図-3で示した繰





図-4 載荷後のコンクリートの支圧面の状況(30-S)



り返し回数よりも明らかに少ない.このことから,空 隙形状による沈下の影響は小さいと考えられる.

### 4. まとめ

空隙量の比較および支圧比を統一した供試体の比較 により,空隙量の差および有無によって沈下の進展が 異なることが明らかとなった.よって,空隙の存在自 体が沈下を誘発する要因であると考えられる.一方で, 空隙形状による影響は小さいことが明らかとなった.

以上より、コンクリートの疲労摩耗に及ぼす影響は、 空隙形状よりも空隙量が支配的であると考えられる. 参考文献

- 黒木、角掛、江田、村川:風力発電塔基礎接合部における沈 下現象に関する基礎的研究、コンクリート構造物の補修、補 強、アップグレード論文報告集, Vol.16, pp.455-460, 2016
- Mai, 千々石, 岩波, 齊藤: 液状水に起因した風車基礎アン カーリング周りのコンクリート損傷進展機構の解明, コンク リート工学年次論文集, Vol.37, No.2, pp.481-486, 2015