

V-385

劣化した栈橋RC床版のせん断耐力低下についての一考察

九州共立大学工学部	正員	松下博通
運輸省下関調査設計事務所	正員	小笹博昭
(株)ピー・エス	正員	中村 修
(株)ピー・エス	正員	○ 久野公徳

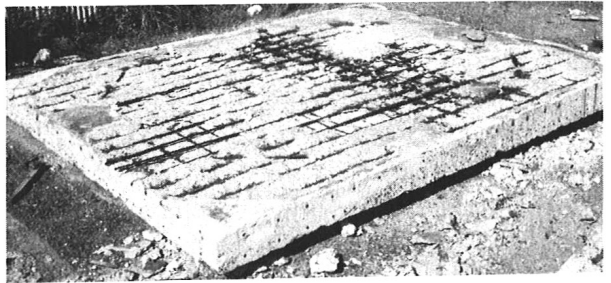
1. まえがき

塩害によるコンクリート構造物の劣化は、鉄筋の腐食による断面損傷によって、曲げ耐力が低下するという事例が多く報告されている。しかしながら、栈橋RC床版においては施工後、極めて厳しい海洋環境下におかれ劣化がひどく、しかも近年の荷役機械の大型化に伴い押し抜きせん断耐力低下と予想される破壊事例が多々発生している。本試験は、塩害を受け劣化した栈橋RC床版からはり供試体を切り出して、鉄筋発錆によるひびわれ分布及び載荷試験を実施したものである。

2. 試験供試体

施工後20年経過した北九州港葛葉岸壁の栈橋より、周辺固定されていた劣化RC床版6体を採取し、幅60cm、長さ220cmのはり供試体を13体切り出し試験体を作成した。

なお、床版よりコンクリートコアを採取し、圧縮強度、弾性係数を求め、さらに塩分含有量の測定資料とした。床版の劣化状況は写真-1に示すように、下面の主筋は完全に腐食し、コンクリート下面のかぶり厚がはく落し、部材厚25cmであったものが20cm厚となっていた。



3. 試験方法

はり供試体の載荷試験は、スパン200cmの中央30cmを等モーメント区間とする2点載荷方法とした。供試体の支持は単純支持であるが、支承上のコンクリート面の凹凸は、コンクリートにより平滑に補修した。載荷重は、単調漸増荷重およびピーク荷重2tピッチの繰返し載荷による静的試験と載荷荷重巾（新試験供試体の曲げ試験荷重の10%および75%）を下限荷重 $P_{low} = 1.66t$ 、上限荷重 $P_{upp} = 12.45t$ で設定した疲労試験を行った。

4. 試験結果および考察

コアによる試験結果より、コンクリートの圧縮強度は380~480kgf/cm²、弾性係数は(2.55~3.48) × 10⁵kgf/cm²であった。コンクリート中の塩化物含有量は、図-1に示すように、全イオン濃度で、最小でも760g/m³程度で、鉄筋位置の表面から5cm程度では1500g/m³以上の高い値を示している。

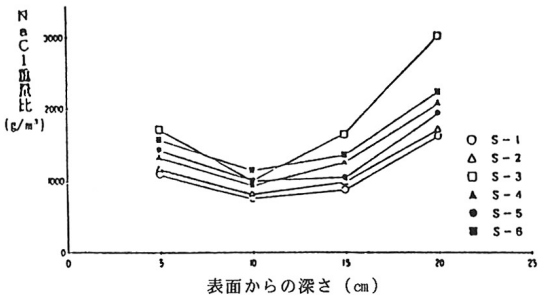


図-1 塩化物含有量の測定結果

静的試験結果の一覧を表-1に示す。これよ

り13本の供試体のうち3本を除く供試体は全て曲げ破壊となったが、S-3-2、S-5-1は斜め引張りひびわれがはり上縁近くまで延びた後、せん断曲げ破壊し、S-4-2は斜め引張によるせん断破壊となった。

なお、せん断破壊したS-4-2供試体の載荷前および載荷後のひびわれ分布を図-2に示す。斜めひびわれの進展は軸直角方向の鉄筋の発端により生じているひびわれを起点としており、これがせん断破壊の進行を助長しているものと思われる。この供試体では、無載荷状態で鉄筋発端によるひびわれの進展のため、曲げによるひずみが小さくなっている。

また、曲げ破壊したS-2-2とせん断曲げ破壊したS-3-2供試体の荷重-たわみ曲線を図-3に示す。曲げ破壊した供試体では荷重-たわみ曲線に繰返しヒステリシスが明確に現われるが、せん断破壊あるいはそれに近い破壊をした供試体では剛性は小さく、ヒステリシス面積も小さい。このことは載荷前からかなりのひびわれが発生していたことを示すもので、これら載荷前から発生していたひびわれは、いずれも軸直角方向の鉄筋腐食による膨張圧により発生したものである。次に動的疲労試験結果における一覧を表-2に示す。

これより、劣化供試体は、新供試体と比べ破壊繰返し回数は相当少なく疲労寿命はかなり低下している。ここに、S-6-3、S-7-4供試体のたわみ-繰返し疲労回数曲線を図-4に示す。これより、劣化供試体のたわみ勾配は新供試体より大きく、耐久性低下の傾向を示した。これは、鉄筋の腐食によるひびわれ発生の影響と部材断面剛性に大きく依存しているものと考えられる。

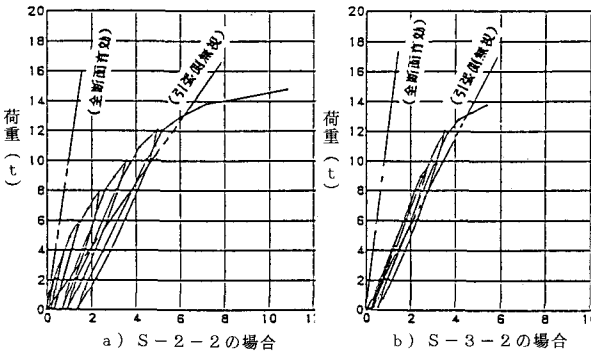


図-3 荷重-たわみ曲線の測定結果例

供試体	設定荷重		破壊繰返し回数	備考
	下限荷重	上限荷重		
S-4-3	1.66 t	12.45 t	77,721	劣化供試体
S-6-3	1.66	12.45	25,086	..
S-7-4	1.68	11.75	122,963	新供試体
S-7-5	1.68	12.60	131,342	..

表-2 上下限荷重と破壊繰返し回数

5. まとめ

終局時の破壊耐力低下は、鉄筋腐食によるせん断スパン内に予めひびわれの発生があり、せん断破壊したものと考えられる、このことは、実際の供用劣化栈橋上を荷重が移動することによりひびわれ分布が増加し、せん断耐力低下を起こす大きな要因となり、床版のパンチングシュアー破壊の危険性が大きくなる。従って、栈橋劣化床版の劣化度と残存耐力および残存余命の相関性の評価は鉄筋腐食の定量的評価とそれに伴うひびわれ分布状態と移動荷重の作用位置との関係を調べる事が重要となるものと思われる。

供試体	載荷方法	破壊形式	最大荷重 Pmax(t)	曲げ耐力 t f · m	せん断耐力 t f
S-1-1	単純載荷	曲げ圧壊破壊	14.01	5.95	-
S-1-2	繰返し載荷	曲げ引張り破壊	16.08	6.63	-
S-2-1	単純載荷	曲げ引張り破壊	10.23	4.35	-
S-2-2	繰返し載荷	曲げ引張り破壊	17.31	8.66	-
S-3-1	単純載荷	曲げ引張り破壊	15.45	6.57	-
S-3-2	繰返し載荷	せん断破壊	15.57	-	7.79
S-3-3	繰返し載荷	曲げ破壊	14.40	6.12	-
S-4-1	単純載荷	曲げ圧壊破壊	18.63	7.92	-
S-4-2	繰返し載荷	せん断曲げ破壊	15.00	-	7.50
S-5-1	単純載荷	せん断曲げ破壊	16.50	-	8.25
S-5-2	繰返し載荷	曲げ圧縮破壊	14.35	6.32	-
S-6-1	単純載荷	曲げ圧縮破壊	17.43	7.41	-
S-6-2	繰返し載荷	曲げ引張り破壊	17.16	7.20	-

表-1 載荷試験結果一覧

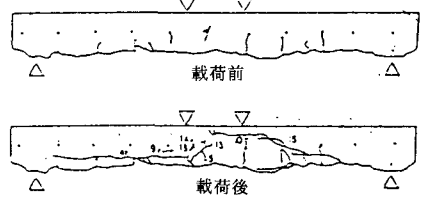


図-2 S-4-2 供用体のひびわれ分布

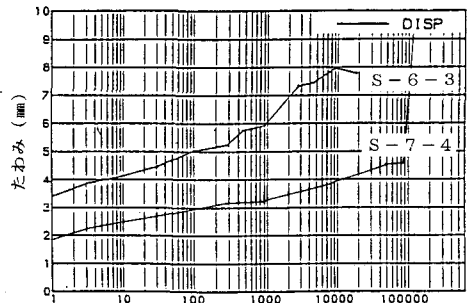


図-4 たわみ-繰返し疲労回数