

劣化した栈橋床版のせん断耐力の低下について

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	久野公德
九州共立大学工学部	学生員	○尾関達彦

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、栈橋鉄筋コンクリート床版において、押し抜きせん断耐力が低下したと予想される事例が発生した。本試験は塩害により鉄筋コンクリート床版の押し抜きせん断耐力が低下する原因を明らかにすることを目的として実際に塩害により劣化した栈橋床版から、はり供試体を切り出して、鉄筋発錆によるひびわれ分布および載荷試験を実施したものである。以下、その概要を報告する。

2. 試験供試体

施工後20年を経過した北九州港(葛葉地区)岸壁から、周面固定の劣化床版6体を採取し、幅60cm、長さ220cmのはり供試体を切り出した。また、床版からコンクリートコアを採取し圧縮強度、弾性係数を求め、塩分含有量の測定資料にした。

床版の劣化状況は写真-1に示すように、下面の主鉄筋は完全に腐食し、その膨張圧により、コンクリート下面は剥落して、当初25cm厚ほどであったものが、床版高さと同じの厚さである20cm厚となっていた。

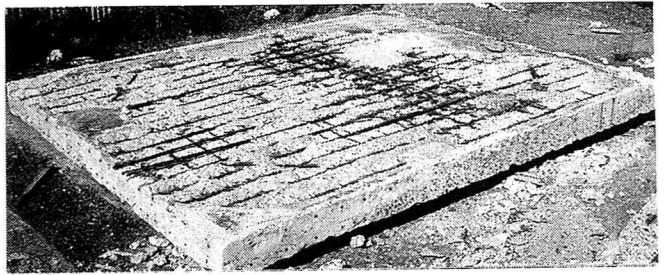


写真-1 S-6床版の劣化状況

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2ヒッチの繰返し載荷の2通りとした。

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380~480kg/cm²、弾性係数は(2.55~3.48)×10⁵kg/cm²であった。コンクリートの塩化物含有量は、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、このため鉄筋が発錆し、写真-1のようなコンクリートの剥離が生じたものと考えられる。

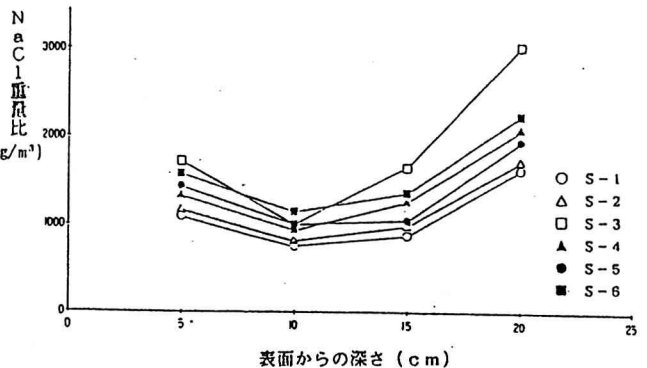


図-1 塩化物含有量の測定結果

載荷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本を除く供試体はすべて曲げ破壊が生じたが、S-3-2と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、せん断曲げ破壊を生じ、S-4-2は斜め引張りによりせん断破壊が生じた。せん断破壊したS-4-2の供試体の載荷前および載荷後のひび割れ分布を図-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ことがうかがえる。

この供試体の載荷試験によるはり中央断面のひずみ分布の測定結果を図-3に示しているが、無載荷状態で鉄筋発錆によるひびわれが進展しているため、曲げによるひずみが小さくなっている。また、曲げ破壊としたS-2-2の供試体およびせん断曲げ破壊としたS-3-2の供試体の荷重-たわみ曲線を図-4に示す。曲げ破壊を生じる供試体では荷重-たわみ曲線に繰返しヒステリシスが明確に現れるが、せん断破壊あるいはそれに近い破壊を生じる供試体では、当初から剛性が小さく、ヒステリシスの面積も小さい。このことはせん断破壊あるいは、それに近い破壊をする供試体では、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あり、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の腐食による膨張圧によって発生したものである。以上のことより、二方向に鉄筋が配置される場合には軸直角方向の鉄筋の腐食による膨張ひびわれが発生し、これによって、軸方向のせん断耐力が低下する可能性があることを示唆するものである。

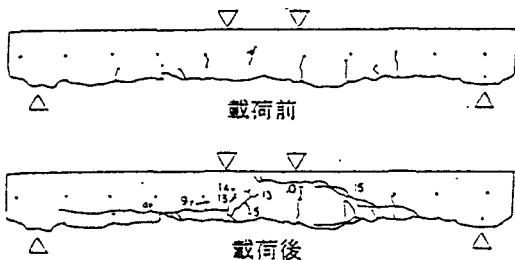


図-2 S-4-2 供試体のひびわれ分布

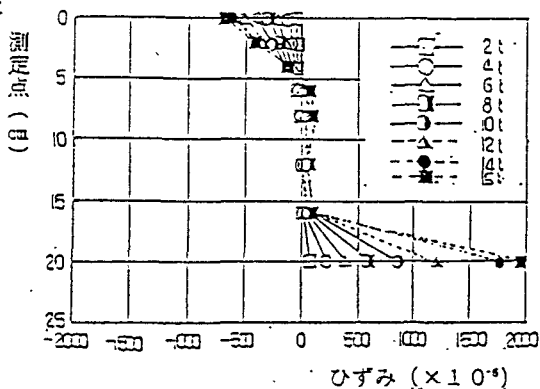
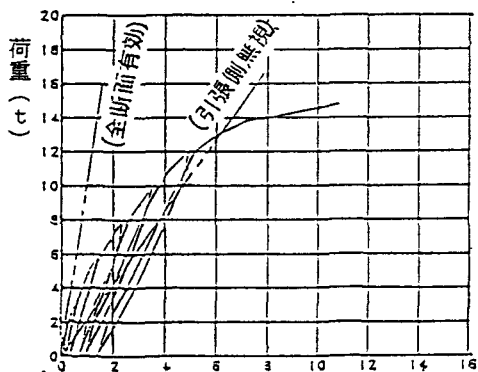


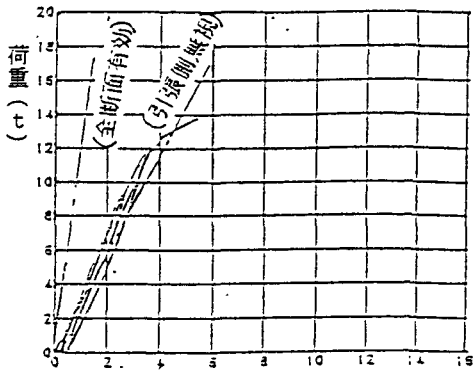
図-3 S-4-2 (せん断破壊) のはり中央断面のひずみ分布の測定結果

供試体	載荷方法	破壊形式	最大荷重 P _{max} (t)	曲げ耐力 C _b (t・m)	せん断耐力 C _v (t)
S-1-1	単純載荷	曲げ圧縮破壊	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	曲げ圧縮破壊	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	14.85	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	7.29	—

表-1 載荷試験結果一覧



a) S-2-2の場合 たわみ (mm)



b) S-3-2の場合 たわみ (mm)

図-4 荷重-たわみ曲線の測定結果例