

I-362 コンクリート充填鋼管はりの静的および衝撃実験

金沢大学 正員 前川幸次・エ・ツ・イ・ディ 正員 吉田 博・日本ゼンセツ・伊 塩見昌紀

1. はじめに

防護柵のように衝撃吸収エネルギーに基づく設計を行っている構造物においては、コンクリート充填鋼管はりの優れた塑性変形性能を有効に利用できる。本研究では、落石防護柵支柱のプレキャスト化と鋼棒を用いた補強による断面の小型化と耐力向上を目的として、種々の鋼棒による補強を行ったコンクリート充填鋼管はりの静的曲げ実験と落錘衝撃実験を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体 使用した鋼管、P C鋼棒、鉄筋およびコンクリートの材料試験結果を表-1 および表-2 に示す。供試体の製作は、直立させた長さ2mの鋼管に所定の鋼棒を配置し、パイプレータをかけながらコンクリートを打ち上げた。供試体は7種類(A~G)で、各種類について静的試験に1体(Sシリーズ)と衝撃試験に3体(Iシリーズ)を用いた。それらは次の通りである。

- A: コンクリートとP C鋼棒を完全付着させるためにボンド型鋼棒(全ネジP C鋼棒)とし、その鋼棒2本を鋼管の図心軸から40mmの位置に配置した。
 B: ボンド型鋼棒1本を鋼管の図心軸から40mmの位置に配置した。
 C: コンクリートとP C鋼棒の付着を無くすためにアンボンド型鋼棒(アスファルトを塗ったP C鋼棒)とし、その鋼棒2本をタイプAと同じ位置に配置して、両端でアンカープレートに定着した。
 D: アンボンド型鋼棒1本を鋼管の図心軸から40mmの位置に配置し両端でアンカープレートに定着した。
 E: 異径鉄筋2本をタイプAと同じ位置に配置した。タイプA, CのP C鋼棒とタイプEの鉄筋の公称引張強度(力)がほぼ同程度になるようにD22を用いた(材料試験の結果, D22の強度はP C鋼棒の約1.16倍)。
 F: 鋼棒による補強を行わないコンクリート充填鋼管。
 G: 鋼管のみ

2.2 実験装置 落錘衝撃試験装置の概略を図-1に示す。

供試体にはスパンが1.6mとなるように2個の可動・回転治具が取付けられ、その治具が支持台上にセットされている。スパン中央の載荷点では、円周の1/3が幅50mmで面タッチとなるように載荷治具が載せられている。その上部にはロードセル、半円柱状の被打撃部および傾斜防止具がセットされている。落錘は鋼板と鋼塊を一体化したもので、2本の鋼管柱をガイドとして最大落下高4mからほぼ自由落下する。なお、1回の落錘衝撃で完全破壊させることを目標としたが予想以上にタフであったため、落錘重量は820, 1020, 1220kgf(8, 10, 12kN)の3種類を用いることになった。

静的曲げ試験でも同じ支点および載荷点装置を用い、耐圧試験機による γ ムストロノ制御(0.5~2.0mm/分)で載荷した。

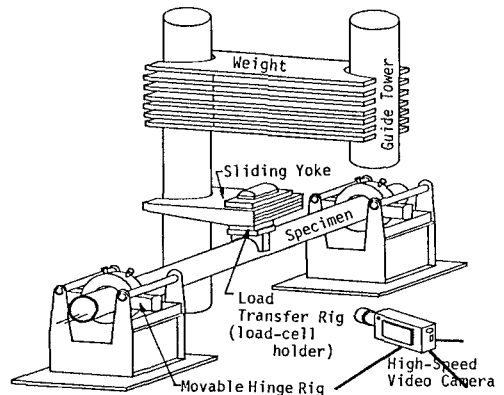


図-1 落錘衝撃試験装置

2.3 計測方法 落錘衝撃試験においては、ロードセル出力、鋼管ひずみ、および鋼棒ひずみは動ひずみ計とAD変換ボードを介して0.2msec間隔でサンプリングした。また、高速ビデオレコーダー(137 μ /msec)を用いて載荷点付近の画像を記録し、1.0msec毎に載荷点の変位を解析し、内挿により0.2msec毎の変位データを創出した。

表-1 鋼材引張試験結果

材 料	寸法 (mm)	降伏強度	引張強度	伸び
鋼管	$\phi 139.8 \times 4.2$	399 MPa	486 MPa	35 %
P C 鋼棒	$\phi 13$	1448 MPa	1540 MPa	9 %
鉄筋	D22	392 MPa	629 MPa	36 %

表-2 コンクリート配合および圧縮試験結果

水セメント比 W/C(%)	単位量 (kgf/m ³)			
	水	セメント	細骨材	粗骨材
53	175	330	797	1049

圧縮強度: $f_c = 36.3 \text{ MPa}$

3. 実験結果

図-2は静的曲げ試験の結果を表しており、荷重とスパン中央のたわみの関係を上側に示し、その荷重-たわみ曲線で囲まれる面積（外力仕事）とたわみの関係を下側に示してある。鋼管だけのSGでは凹形の局部座屈変形の進展により耐力が低下し、コンクリートを充填したSFでは凸形の局部座屈変形が生じた後もその断面の引張側で鋼管が破断するまで耐力を持続した。アンボンド型鋼棒を使用したSC,SDは、それぞれボンド型鋼棒を使用したSA,SBに比べて、荷重-たわみ曲線の勾配が早く低下している。しかし、たわみが100mm前後のときSA,SBは鋼棒に破断を生じその後SFと同様な挙動を示しているのに対して、SC,SDは終局状態まで鋼棒に破断を生じずその耐力および塑性変形性能は優れている。これは、ボンド型鋼棒ではP C鋼棒の小さな伸び限界が直接影響するためである。鉄筋を用いたSEは、鉄筋の伸び限界が大きいため優れた塑性変形性能を示している。

図-3は落錐衝撃装置の最大能力である落錐重量12kN、落下高4m（IG2を除く）による代表的な衝撃試験結果を示している。実線は衝撃荷重と載荷点変位の関係を表し、破線はその曲線の下側の面積（吸収エネルギー）と載荷点変位の関係を表している。図中には、計測された衝撃力のPeak値、最終時の吸収エネルギー量 E_n 、鋼管が破断（break）・押し潰された（crush）かどうかなども記してある。供試体IC2とIE2については落錐のエネルギー不足のため破壊に至らなかったが、アンボンド型鋼棒や鉄筋による補強が優れていることがわかる。衝撃試験の場合においても、鋼管あるいは鋼棒が破断に至るまで衝撃力（はりの抵抗強度）はほぼ一定値を持続している。また、限界吸収エネルギー E_n （IA2, IF2）は、図-2の限界外力仕事（SA, SF）に比べて約10%大きく評価されている。

本実験の遂行に協力頂いた㈱金森藤平商事、金沢大学学生（高木一成・高木裕司君）に感謝の意を表します。

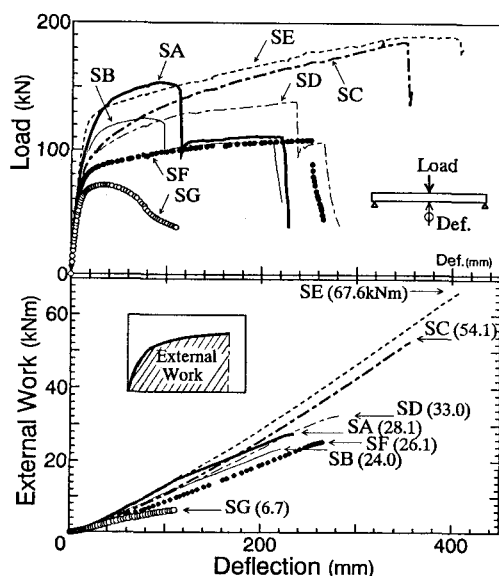


図-2 荷重～たわみ・外力仕事曲線（静的曲げ試験）

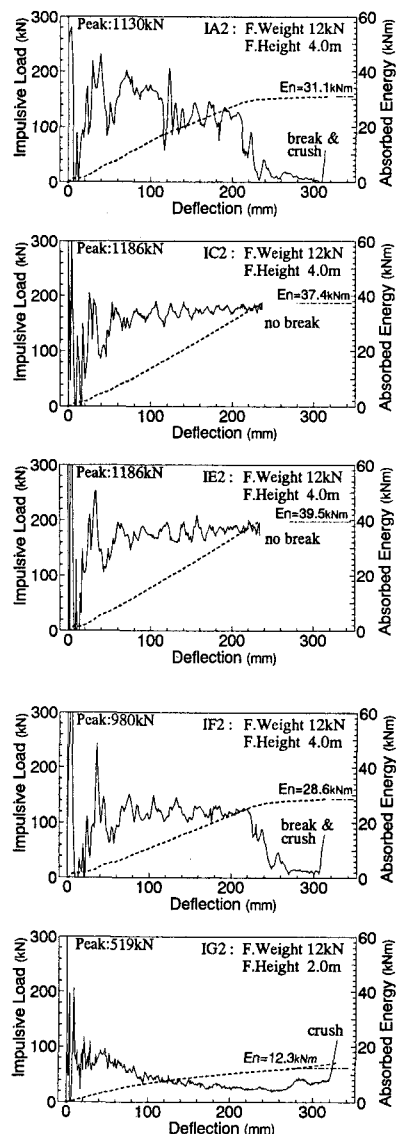


図-3 荷重～たわみ・吸収エネルギー曲線（落錐衝撃試験）