

衝撃荷重による斜杭式栈橋の挙動計測

竹中土木	正会員	加藤 満
竹中土木	正会員	米園 俊二
竹中土木	正会員	津國 正一
竹中土木	正会員	河原林 英彰

1. はじめに

斜杭式栈橋工法の特徴は、直杭のみの構造と比較すると、杭頭モーメント・水平変位が小さくなり、合理的で経済的な設計が出来る。また、杭式構造により海流をほとんど阻害せず、周辺海域への影響はわずかである。耐久性や維持管理にも優れており、今後の港湾構造物の構築方法としては有効な方法である。

福岡県の苅田港に、老朽化化学兵器の無害化処理（爆破・燃焼処理）を目的とした斜杭式栈橋が築造された。そこで、爆破・燃焼処理時の衝撃荷重が作用する時の杭の断面力を測定することにより、斜杭構造の実挙動や特性を把握することを目的とし、計測を行った。

2. 計測概要

図-1、図-2 に栈橋全体の平面図、計測位置図と断面図を示す。杭はPHC杭で、直杭と斜杭の組杭構造となっている。杭長はそれぞれ直杭が24m、斜杭が25mであり、斜杭については15°の傾斜角となっている。栈橋の構造は、直杭上に主桁を配し、その上に受桁、覆工版という構造である。計測位置は、爆破・燃焼処理エリア直下を測点B、そこからX方向、Y方向端部の組杭をそれぞれ測点A、Cとし、図-3 に示す位置にひずみゲージを取り付けた。ひずみゲージについては、直杭と斜杭それぞれ2箇所ずつの計4点と、直杭と斜杭を連結しているプレート部分にそれぞれ1~2点設置した。写真-1 は取付状況である。加速度計については杭上の設置ができないため、測点AとCの直杭の鉛直上の舗装上に設置した。

計測については、ひずみと加速度について、各点でのデータ収集数を5000データ/秒とし、データ収集時間は衝撃荷重が作用する数秒前~20秒後までとし、合計5回の計測を行った。

3. 計算方法

計測されたひずみデータを基に、杭に作用する軸力、モーメントを計算し、(1)式の組杭の式を使って杭頭部に作用する鉛直荷重、水平荷重を計算する。また、加速度データより、各成分方向の相対変位を計算する。

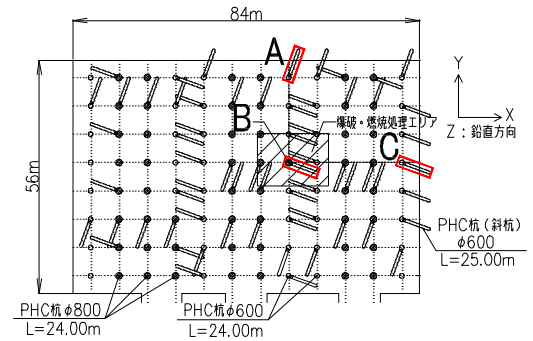


図-1 全体平面図、計測位置図

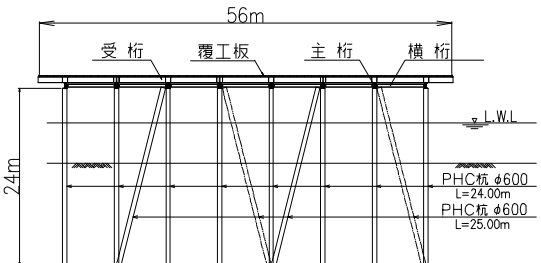


図-2 断面図

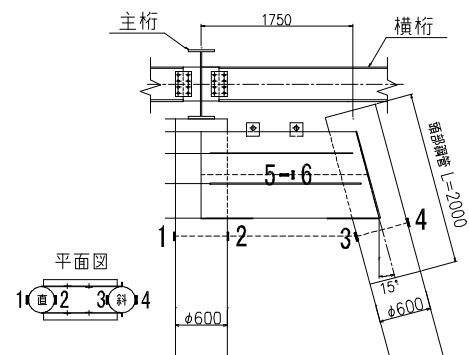


図-3 ひずみゲージ取付位置図

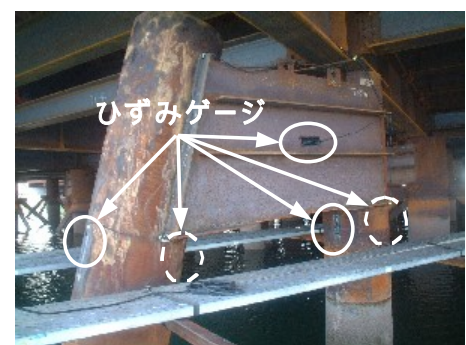


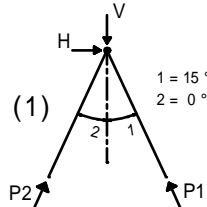
写真-1 ひずみゲージ取付状況

キーワード 斜杭式栈橋、衝撃荷重、PHC杭

連絡先 〒270-1395 千葉県印西市大塚 1-5-1 竹中技術研究所 TEL0476-47-1700

・組杭の式および概念図

$$P1 = \frac{V \sin \alpha_2 + H \cos \alpha_2}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)} \quad P2 = \frac{V \sin \alpha_1 - H \cos \alpha_1}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)} \quad (1)$$



4. 計測結果と考察

以下に計測結果を示す。図-3、図-4 は測点 B における、それぞれ直杭、斜杭に作用する軸力、モーメントの結果であり、5 回の計測で最大値となった場合のものである。軸力については、直杭に作用する軸力が最大 240kN となり、モーメントについては直杭と斜杭ともに同程度の値となった。また、固有周期については約 0.12 秒となった。

表-1 は各測点の最大軸力と最大曲げモーメント結果の平均値であり、表-2 は軸力より(1)式から計算した、杭頭荷重の平均値である。表-1 より、爆破・燃焼処理エリア直下である測点 B は、軸力、モーメント共に大きくなっている。軸力について、斜杭の軸力に対する直杭の軸力の値で比較すると、測点 B では 3.9、A と C はそれぞれ 1.5、0.9 となり、測点 B では直杭の荷重分担が大きくなっている。モーメントについては、杭頭変位により、各測点で直杭と斜杭に同程度のモーメントが発生している。

表-2 より、杭頭荷重について測点 A と C で比較すると、鉛直荷重はほぼ同じであるが、水平荷重に関しては測点 C の方が大きい。栈橋の構造を見ると、爆破箇所直下の測点 B と測点 C は主桁によって直接結合されており、測点 C の方が、水平方向荷重をより大きく伝達するためであると考えられる。杭頭に作用する水平荷重の最大値は測点 B における 12.6kN となったが、これは設計水平荷重 99kN に対して十分安全側の結果となった。

図-5 はプレート部のひずみゲージの結果である。図-3、図-4 と比較すると、周期が同じであるため、プレートによって直杭に作用する荷重が斜杭へ伝達されていることが確認できた。

表-3 は、加速度の結果より変位を算出し、各測点、各方向の最大変位の結果を示したものである。変位については最大でも 0.20mm となった。

6. まとめ

計測におけるまとめを以下に示す。

- ・杭に作用する衝撃時の荷重は、爆破箇所直下で最大となり、鉛直荷重で 234kN、水平荷重で 13kN となった。
- ・応力状態については、すべて許容値以内であった。
- ・変位については、最大で 0.20mm という非常に小さい値となった。

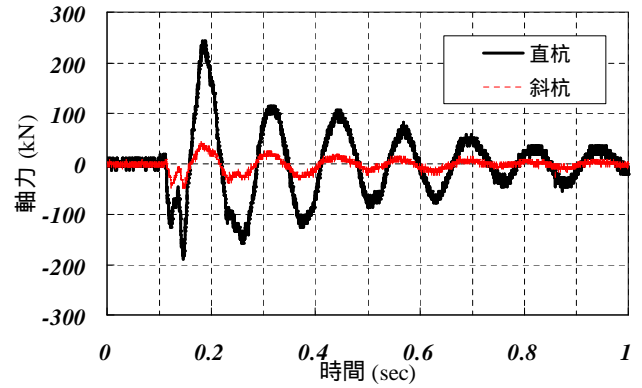


図-3 軸力の時刻歴(測点 B)

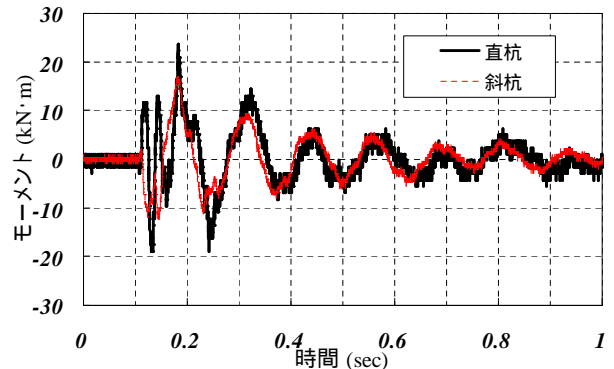


図-4 モーメントの時刻歴(測点 B)

表-1 最大軸力・最大モーメントの平均値

	測点A		測点B		測点C	
	直杭	斜杭	直杭	斜杭	直杭	斜杭
軸力 (kN)	19.3	13.0	191.4	48.8	18.0	19.1
モーメント (kN·m)	2.8	2.7	15.8	14.9	3.9	4.6

表-2 最大杭頭荷重の平均値

	測点A		測点B		測点C	
	鉛直	水平	鉛直	水平	鉛直	水平
杭頭荷重 (kN)	24.8	3.4	233.9	12.6	26.0	4.9

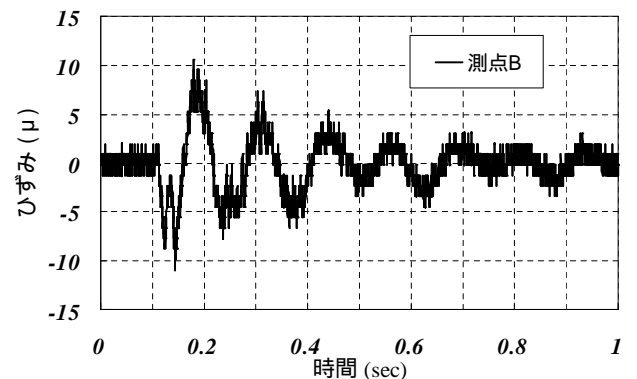


図-5 プレートに発生するひずみの時刻歴(測点 B)

表-3 各測点の結果 (最大変位)

変位 (mm)	測点A			測点C		
	X方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
	0.15	0.13	0.20	0.16	0.10	0.00