

みなとみらい21 海上旅客ターミナルの動揺と居住性

Relation between Comfortability and Motion of the Floating Traffic Terminal at Minato Mirai 21

磯崎 総一郎・○中村 宏・鈴木 智郎・植村 俊郎**・若菜 弘之**

Soichiro Isozaki, Hiroshi Nakamura, Tomoo Suzuki, Toshio Uemura and Hiroyuki Wakana

A new type of traffic terminal has been constructed at Yokohama bay recently. It is composed of 2-storied house on a floating pontoon and moored by pile-fender system. There are ticket counter and waiting lounge on the first floor and restaurant on the second floor. Since the floating type was applied to the passengers terminal station for the first time in Japan, We examined the relation between comfortability and motion of the terminal. Several interesting results, such as people who are easy to get seasick have tendency to estimate the motion of the structure excessively, are obtained.

Keywords: Floating Structure, Harbor, Amenity, Questionnaire

1. はじめに

横浜市みなとみらい21地区に、浮体式の海上旅客ターミナル（通称“ぶかり棧橋”）が一昨年11月に竣工した。本施設はわが国で初めての浮体式旅客ターミナルであり、横浜市が開発中の「みなとみらい21地区」の海側の玄関口となる一方、パシフィコ横浜（横浜国際平和会議場）のアフターコンベンション施設として、クルージング等を楽しむためにも利用されている。港内でも深奥部に位置しており波浪の影響は少ないものの、常時、若干量は動揺している。そこで、今後各地で増えることが予想されるこの種の構造を検討する際の参考にするため、一般来場者を対象にした揺れの感じ方に対するアンケート調査と、それに合わせたターミナルの動揺計測を実施した。本論文は、そこで得られた主要な結果について述べたものである。

2. 海上旅客ターミナルの概要

本ターミナルは、横浜市みなとみらい21地区臨港パーク南端の親水護岸前面に位置し、鋼・コンクリート合成構造による矩形ポンツーン（ $L24.0m \times B24.0m \times D3.2m \times$ 喫水 $2.0m$ ）に鉄骨造2階建の建屋が乗った構造となっている（図-1参照）。図に示されるように対辺2カ所でドルフィン係留されており、コーナー部一カ所から陸への連絡橋（32m）が渡されている。なお1階が船の発券所、待合所等、2階はレストランとなっている。

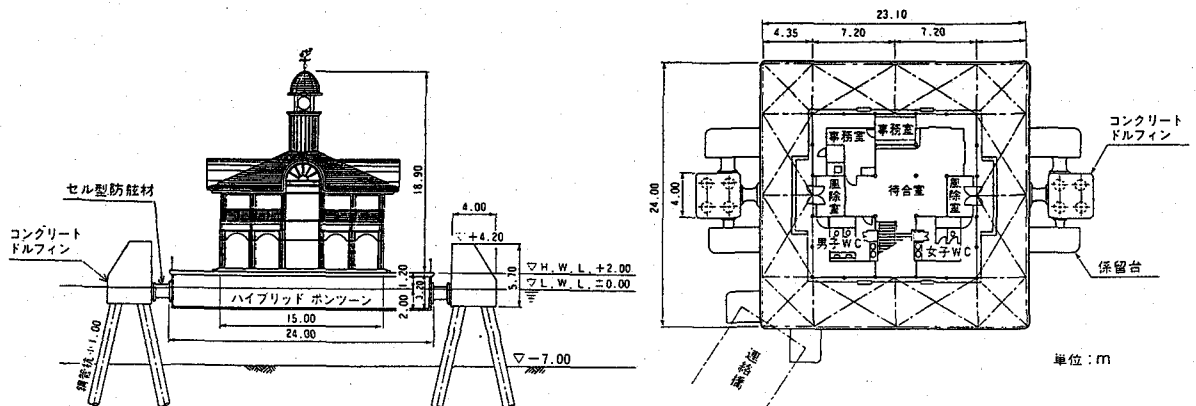
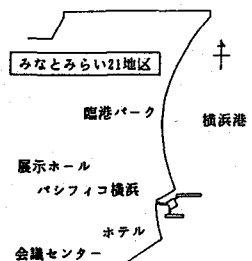


図-1 海上旅客ターミナルの構造概要

* 正会員 NKK 基盤技術研究所 都市工学研究部 (210 川崎市川崎区南渡田町1-1)

** 正会員 NKK 橋梁建設部 土木・港湾計画室

3. 調査

-1. アンケート調査

昨年3、5、7、9月の4回にわたって調査を実施した。動揺計測との関係から1日を3回に分け、それぞれ時間を1時間に区切って来場者にアンケート用紙への記入を直接依頼し、その場で回収した。アンケートは乗り物に対する酔いや揺れの感じ方の相関把握を中心に、25項目の質問を設定した。

-2. 動揺計測

(1) 計測

2カ所の係留部において、ドルフィン上端部～防舷材上端部間に巻き込み型変位計（定格容量1000mm、分解能1/5mm）をセットし、その位置における浮体の鉛直変位を計測して上下揺れを、また浮体1階に2台のひずみ変換型傾斜計（容量±5°、分解能1/200°）をセットし、ボンツーンの辺に平行な2方向に対して回転を計測して縦揺れ（NE-SW軸の回転）、横揺れ（NW-SE軸の回転）をそれぞれ求めた。なお、記録はアンケート調査の時間に合わせて全点同時に1時間連続して行い、データレコーダーに収録した。

(2) データ解析

得られた各1時間の時系列記録から20分間の記録を切り出し、必要な諸量を演算した（その値をその回の動揺量の代表値とした）。なお上下揺れは、係留部2点での時系列記録を足し合わせて2で割った値とし、縦揺れ、横揺れは傾斜計で得られた値をそのまま用いた。

4. 結果および考察

調査時の気象条件を表-1に示す。

表-1 調査時の気象条件

なお回収件数の総数は509件である。

図-2に全体を通したアンケートの主要結果を、図-3(1)～(2)にそれぞれの月の調査のうち、最初の回（午前）の結果について、特に揺れの感じ

項目	1回目(3月14日)	2回目(5月7日)	3回目(7月16日)	4回目(9月12日)
天気	晴れ時々曇り	曇り時々雨	曇り一時晴れ	晴れ
平均気温(℃)	13.6	13.6	21.2	23.0
平均風速(m/sec)	2～3	3～4	3～4	3～6
風向	NNW	SSW	NNW	NNW

方に関するアンケート結果を中心に、その時の動揺量と合わせて示す。なお図-3(1)～(2)に示す加速度(rms)は、変位あるいは回転に関する時系列データを演算によって加速度時系列データに変換し、さらにそれを自乗平均したものである。また加速度(最大)は加速度時系列データから読み取った最大値である。さらに加速度のスペクトルを計算し同図中に示している。以下、結果に対して考察する。

(1) 来場者像

来場者は20代の若者が全体の42%を占め、特に25%が20代の女性である。また来場者の約8割が初めての来場となっている。

(2) 動揺特性

本ターミナルはドルフィン係留されているため、上下方向の揺れの拘束がなく、また水平方向の揺れ、回転揺れが拘束される。従って、通常のチェーンカタナリー係留浮体とは若干異なった挙動を示す。図に示される加速度データから、本ターミナルの動揺に関して以下のことが分かる。

①動揺は各モードとも、港外から進入するうねりによる動揺が卓越する

②上下揺れに比べて縦揺れ、横揺れは周期の分布幅が広く、例えば周囲を航行する船からの航跡波、多少は存在する消波岸壁からの反射波等と考えられる、うねり以外の影響を相対的に受け易い

(3) 揺れに対する感じ方および動揺量との相関

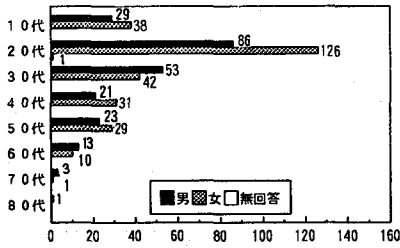
全体で約35%の人が乗り物に酔い易い体質を有し、性別で見ると女性は41%と、男性（28%）に比べて酔い易い傾向にある。乗り物酔いとターミナルの揺れの感じ方相関があることを想定し、アンケート結果を整理したところ、乗り物酔いをし易い人は、以下のような傾向を有することが分かった。

①揺れを敏感に感じ易い

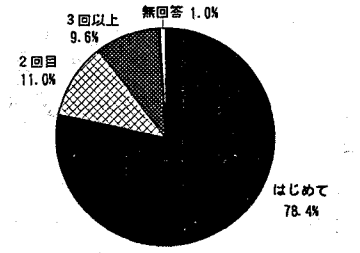
②揺れを相対的に大きく評価し、不快と感じる

③水平方向の揺れに対して感受性が強い

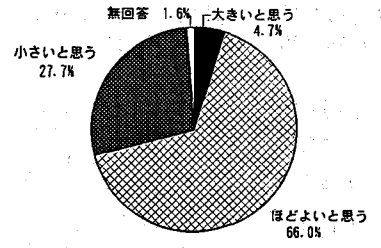
また図-4は図-3(1)、(2)に示されるQ2で、揺れに気がついていた人の割合とそのときの各動揺モードの加速度(rms)との関係を示したものである。同図から揺れを感じ始める動揺の加速度が把握できる。



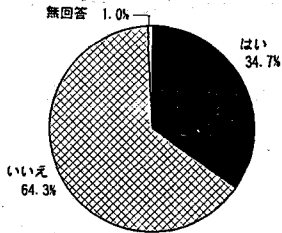
Q. 1 あなたの性別は？



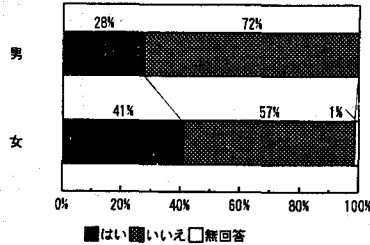
Q. 2 ここははじめてですか？



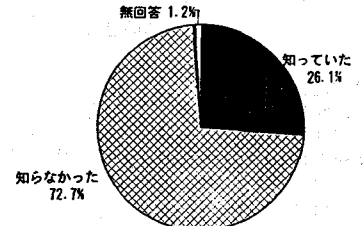
Q. 3 建物の大きさをどう思いますか？



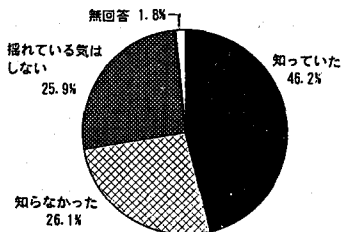
Q. 4 (1) 乗り物に酔い易いほうですか？



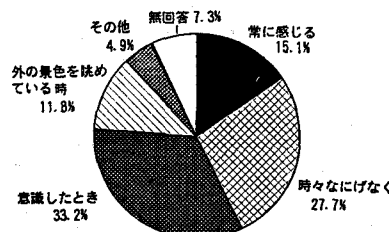
Q. 4 (2) 乗り物に酔い易いほうですか？



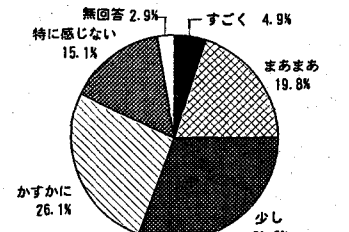
Q. 5 建物が浮いていることを知っていましたか？



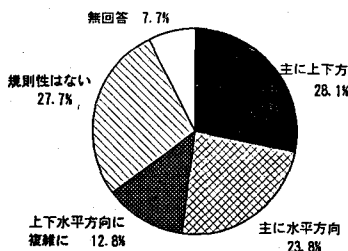
Q. 6 建物が揺れているのに気づいていましたか？



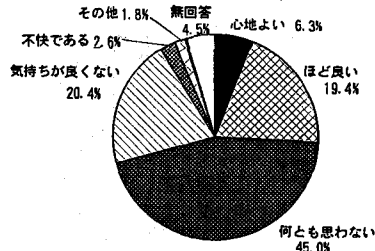
Q. 7 どんな時に揺れていると感じますか？



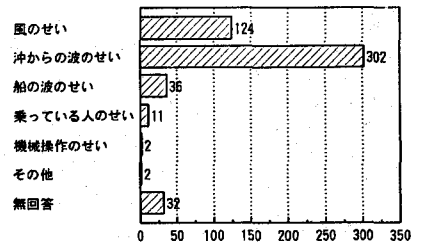
Q. 8 どの程度揺れていると感じますか？



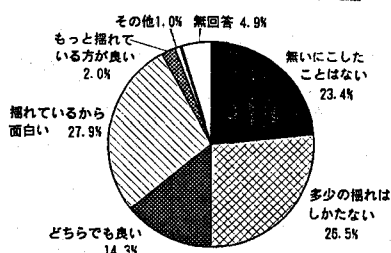
Q. 9 揺れに規則性があると思いますか？



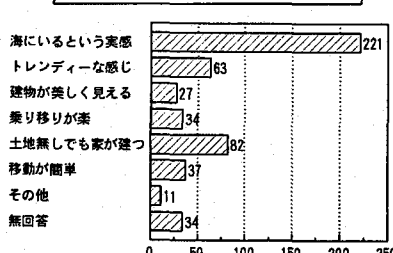
Q. 10 ターミナルの揺れをどう思いますか？



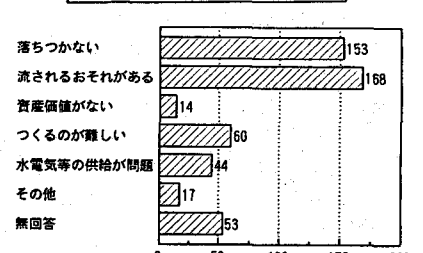
Q. 11 揺れの原因は何だと思えますか？



Q. 12 揺れを止めた方がよいですか？



Q. 13 浮体であることの長所は何だと思えますか？



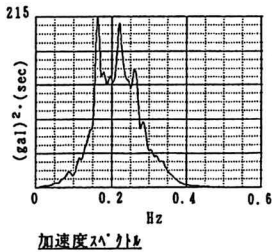
Q. 14 浮体であることの短所は何だと思えますか？

図-2 アンケートの主要結果

【実施日時】 3月14日 11:00~12:00
 【回答者数】 75名(男:32 女:42 不明:1)

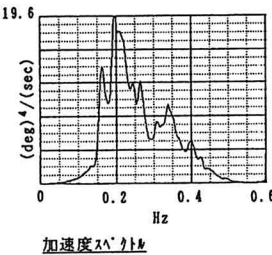
上下揺れ

加速度(rms):
0.54 gal
 加速度(最大):
3.00 gal
 平均周期:
4.58 sec
 スペクトル一周波数:
0.162 Hz



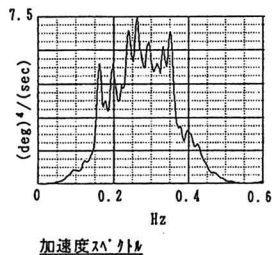
縦揺れ (NE-SW軸)

加速度(rms):
0.051 deg/sec²
 加速度(最大):
0.193 deg/sec²
 平均周期:
3.47 sec
 スペクトル一周波数:
0.197 Hz



横揺れ (NW-SE軸)

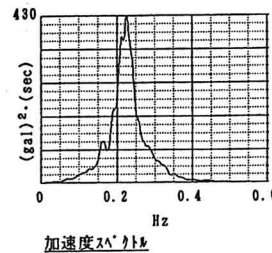
加速度(rms):
0.026 deg/sec²
 加速度(最大):
0.093 deg/sec²
 平均周期:
3.45 sec
 スペクトル一周波数:
0.262 Hz



【実施日時】 5月7日 11:00~12:00
 【回答者数】 80名(男:36 女:43 不明:1)

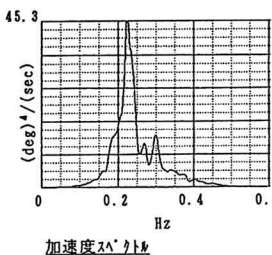
上下揺れ

加速度(rms):
0.85 gal
 加速度(最大):
1.06 gal
 平均周期:
4.49 sec
 スペクトル一周波数:
0.227 Hz



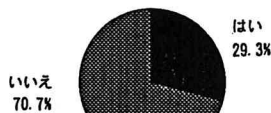
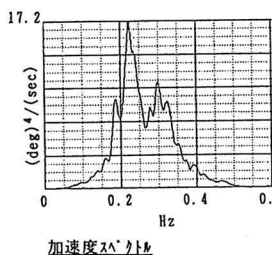
縦揺れ (NE-SW軸)

加速度(rms):
0.079 deg/sec²
 加速度(最大):
0.344 deg/sec²
 平均周期:
4.27 sec
 スペクトル一周波数:
0.226 Hz

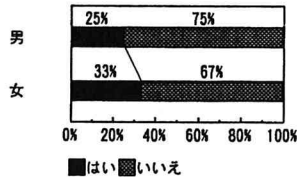


横揺れ (NW-SE軸)

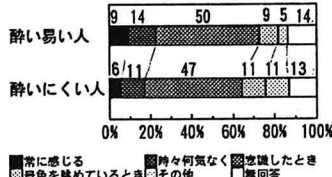
加速度(rms):
0.042 deg/sec²
 加速度(最大):
0.169 deg/sec²
 平均周期:
3.80 sec
 スペクトル一周波数:
0.224 Hz



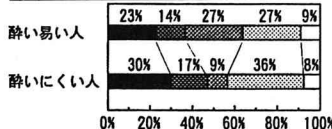
Q.1(1) 乗り物に酔い易いほうですか?



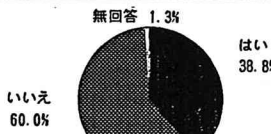
Q.1(2) 乗り物に酔い易いほうですか?



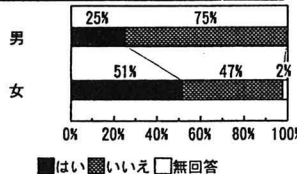
Q.3 どんな時に、揺れていると感じますか?



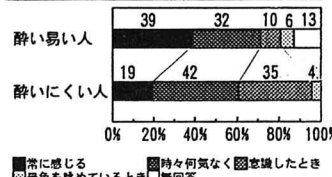
Q.5 揺れに規則性があると思いますか?



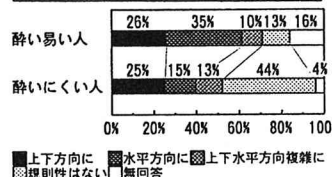
Q.1(1) 乗り物に酔い易いほうですか?



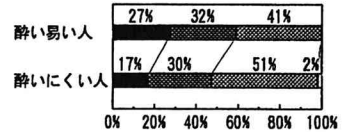
Q.1(2) 乗り物に酔い易いほうですか?



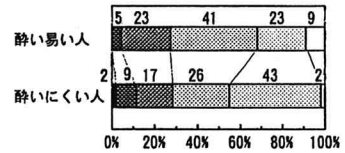
Q.3 どんな時に、揺れていると感じますか?



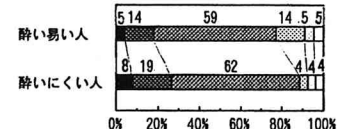
Q.5 揺れに規則性があると思いますか?



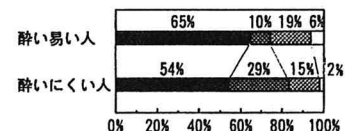
Q.2 建物が揺れているのに気づいていますか?



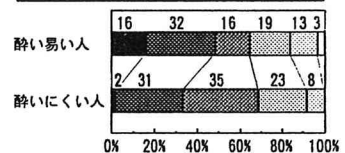
Q.4 どの程度揺れていると感じますか?



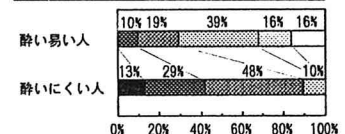
Q.6 ターミナルの揺れをどう思いますか?



Q.2 建物が揺れているのに気づいていますか?



Q.4 どの程度揺れていると感じますか?



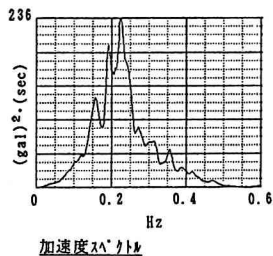
Q.6 ターミナルの揺れをどう思いますか?

図-3(1) 動揺と揺れの感じ方の関係

【実施日時】 7月16日 11:00~12:00
 【回答者数】 33名(男:15 女:18)

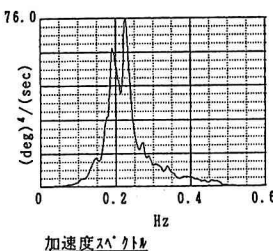
上下揺れ

加速度(rms):
0.58 gal
 加速度(最大):
2.14 gal
 平均周期:
3.95 sec
 スペクトル周波数:
0.225 Hz



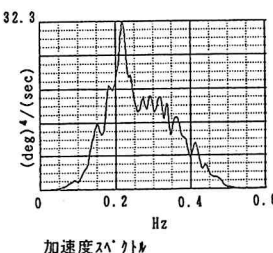
縦揺れ (NE-SW軸)

加速度(rms):
0.155 deg/sec²
 加速度(最大):
0.595 deg/sec²
 平均周期:
4.35 sec
 スペクトル周波数:
0.226 Hz



横揺れ (NW-SE軸)

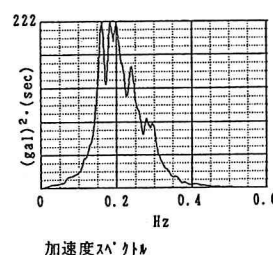
加速度(rms):
0.091 deg/sec²
 加速度(最大):
0.339 deg/sec²
 平均周期:
3.69 sec
 スペクトル周波数:
0.217 Hz



【実施日時】 9月12日 11:00~12:00
 【回答者数】 51名(男:29 女:21 不明:1)

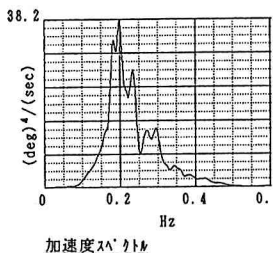
上下揺れ

加速度(rms):
0.65 gal
 加速度(最大):
2.86 gal
 平均周期:
4.76 sec
 スペクトル周波数:
0.161 Hz



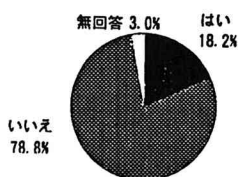
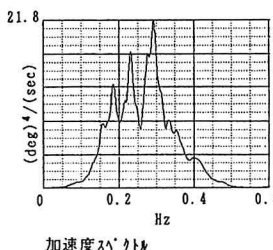
縦揺れ (NE-SW軸)

加速度(rms):
0.095 deg/sec²
 加速度(最大):
0.495 deg/sec²
 平均周期:
4.17 sec
 スペクトル周波数:
0.199 Hz

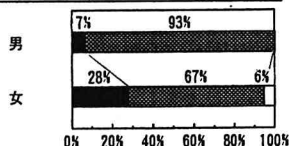


横揺れ (NW-SE軸)

加速度(rms):
0.058 deg/sec²
 加速度(最大):
0.213 deg/sec²
 平均周期:
3.33 sec
 スペクトル周波数:
0.292 Hz

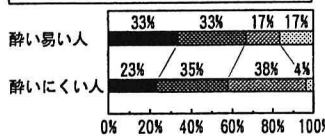


Q.1(1) 乗り物に酔い易いほうですか?



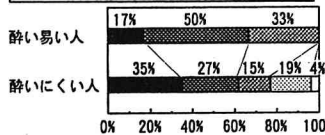
■ はい ■ いいえ □ 無回答

Q.1(2) 乗り物に酔い易いほうですか?



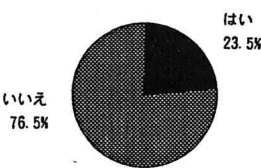
■ 常を感じる ■ 時々何気なく意識したとき ■ 景色を眺めているとき

Q.3 どんな時に、揺れていると感じますか?

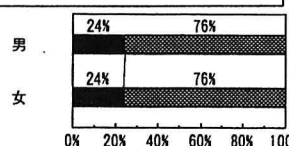


■ 上下方向に ■ 水平方向に ■ 上下水平方向複雑に ■ 規則性はない □ 無回答

Q.5 揺れに規則性があると思いますか?

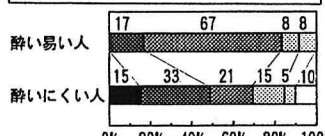


Q.1(1) 乗り物に酔い易いほうですか?



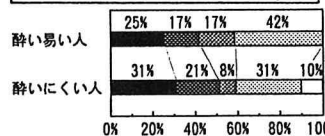
■ はい ■ いいえ

Q.1(2) 乗り物に酔い易いほうですか?



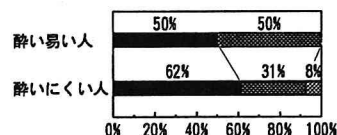
■ 常を感じる ■ 時々何気なく意識したとき ■ 景色を眺めているとき ■ その他 □ 無回答

Q.3 どんな時に、揺れていると感じますか?



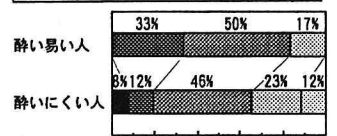
■ 上下方向に ■ 水平方向に ■ 上下水平方向複雑に ■ 規則性はない □ 無回答

Q.5 揺れに規則性があると思いますか?



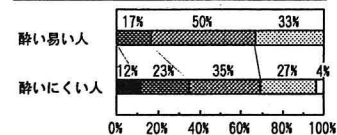
■ 気がついていて ■ 今気がついた ■ 揺れている気はしない

Q.2 建物が揺れているのに気づいていますか?



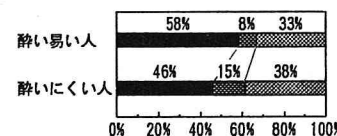
■ すごく ■ まあまあ ■ 少し ■ 気づかずに ■ 特に感じない □ 無回答

Q.4 どの程度揺れていると感じますか?



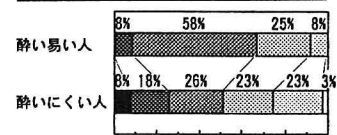
■ 心地良い ■ ほど良い ■ 何とも思わない ■ 気持ち良くない □ 無回答

Q.6 ターミナルの揺れをどう思いますか?



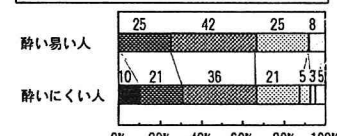
■ 気がついていて ■ 今気がついた ■ 揺れている気はしない

Q.2 建物が揺れているのに気づいていますか?



■ すごく ■ まあまあ ■ 少し ■ 気づかずに ■ 特に感じない □ 無回答

Q.4 どの程度揺れていると感じますか?



■ 心地良い ■ ほど良い ■ 何とも思わない ■ 気持ち良くない ■ 不快である ■ その他 □ 無回答

Q.6 ターミナルの揺れをどう思いますか?

図-3(2) 動揺と揺れの感じ方の関係

(4)浮体構造の評価

海辺の施設ということもあってか、揺れに対して否定的な印象はもつ人は少なく、むしろ揺れていることを評価する傾向がみられる。今回の調査時の海象条件は、ターミナルの関係者によれば平均的な状態ということであり、通常の揺れはターミナルの機能上の障害にはなっていないようである。また浮体構造はあくまでも一時的に利用する施設と見なしており、常時滞在することになる住居的な使い方は大多数のひとが否定的である。

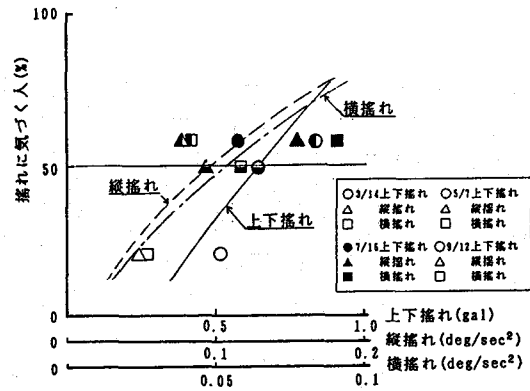


図-4 動揺の加速度と揺れの気づき方の関係

5. おわりに

今回の調査においては、アンケート回答者の数が統計解析の精度の点で必ずしも十分とはいえない。しかしながら、一般の人が、この種の浮体施設に対してどのような反応を示すか、おぼろげながらとらえることができたように思う。今後機会を得てさらにデータを収集し、さらに検討を進めたいと考えている。

最後に、今回の調査にあたって多大なるご支援をいただいた横浜市港湾局の関係者の皆様にお礼を申し上げます。

【参考文献】

- (1) 濱中冬行、他：海洋構造物の居住性に関する研究（その1）-アキアリスにおけるアンケート調査結果について-、日本建築学会大会学術講演梗概集（東海）、pp. 97-98、昭和51年10月
- (2) 出口清孝、他：海洋構造物の居住性に関する研究（その2）-アキアリスにおける動揺実測について-、日本建築学会大会学術講演梗概集（東海）、pp. 99-100、昭和51年10月
- (3) 前田直寛、他：みなとみらい21海上旅客ターミナルの建設、NKK技法、No. 140、pp. 90-94、1992