

【土木・建築基礎工事と機材の専門誌】

基礎工

2011
Vol.39, No.10

THE FOUNDATION ENGINEERING &
EQUIPMENT, Monthly

10

特集▶小規模建築物の安全・安心

住宅地盤調査・補強工事は
住品協会企業へ!!



東日本大震災の液状化被害



<http://www.juhinkyo.jp/>

住宅の地盤事故根絶を目指す

NPO(特定非営利活動法人)
住宅地盤品質協会

特集 小規模建築物の安全・安心

総括編集：真島 正人 委員
桂 豊

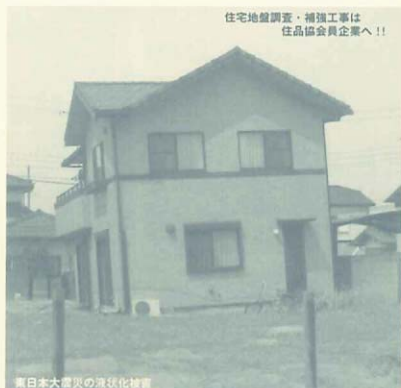
【編集趣旨】

建築物の構造安全と機能確保は、規模の大小にかかわらず担保されるべき重要な事項です。戸建住宅を中心とする小規模建築物においては、日本建築学会「小規模建築物基礎設計指針」(2008年)の制定により、地盤調査から基礎の設計まで一通り体系化されました。これにともない、各種の小規模建築物用基礎工法が開発されるとともに、特殊な条件下における設計・施工の工夫もなされるようになってきています。しかしながら、今回の東日本大震災では、想定外の地震動や津波による各種被害に加え、震源に近い地域はもとより震源から遠く離れた地域でも地盤の液状化による建物被害が多数発生しました。あらためて、建物の安全・安心の確保の難しさと重要性を思い知らされることになりました。

本特集号では、小規模建築物における安全・安心を取り上げ、地震時の安全および日常の機能確保の切り口で、現状と今後の技術課題を紹介します。
(真島正人・桂 豊)

巻頭言	基礎構造の冗長性とロバスト性	安達 俊夫	1
総説	小規模建築物の耐震技術の現状と課題	二木 幹夫	2
各論	小規模建築物における過去の地震被害と教訓	松下 克也	8
／	杭状地盤補強と杭基礎の設計上の留意点	佐藤 隆	12
／	宅地擁壁とその近傍住宅基礎の設計技術	工藤 賢二	16
／	宅地の液状化危険度評価と対策	真島 正人・松下 克也	20
／	小規模建築物の免震・制振技術	権田 将也	24
／	家具・什器の地震時留意事項と転倒防止対策	金子 美香	29

●今月の表紙



住宅地盤調査・補強工事は、
全国約501社の会員企業へご依頼下さい。
(前ページの会員企業名簿をご覧ください)

宅地にも品質がある

住宅地盤品質協会の会員は累計で年間数十万棟の住宅の地盤に関わり、住宅品質の確保に重要な役割を果たしている。その社会的な役割は重大であり、協会は倫理的規範を定め、会員はこれに遵守しつつ、社会的貢献と業界の健全な発展に寄与するため以下の宣言を採択する。

宣 言

- 地盤品質を確保することによって地盤事故の根絶を目指す
- 住宅地盤の公正性と合理性を確保する
- 判断の公正性を保全するために自己研鑽
- 地域社会の信頼にこたえる

NPO(特定非営利活動法人) **住宅地盤品質協会**

●事務局● 〒113-0034 東京都文京区湯島4-6-12
湯島ハイタウン B-222
TEL.03-3830-9823 FAX.03-3830-9852
http://www.juhinkyō.jp/

基礎工

C O N T E N T S

各論	交通振動による小規模建築物の影響予測と対策技術	竹宮 宏和	33
報文	スウェーデン式サウンディング試験の使い方と留意点	伊集院 博	37
◇	スウェーデン式サウンディング試験孔を利用した地盤調査技術	藤井 衛・金 哲鎬・小川 正宏	41
◇	SDS試験で調べる大規模造成地の盛土分布	吉井 孝文・大和 眞一・末政 直晃・田中 剛	46
◇	CPTによる宅盤の評価事例(液状化判定)	高田 徹	50
◇	表面波探査による地盤評価と設計例	渡邊 康二	54
◇	オートマチックラムサウンディングによる地盤評価と留意点 —東大阪でのサウンディング比較試験—	平田 茂良・山本 明弘・市村 仁志	58
◇	擁壁に近接した小規模建築物基礎設計事例	黒柳 信之	61
◇	小規模建築物の不同沈下修正事例	伊奈 潔	65
◇	液状化を考慮した小規模建築物基礎の設計事例	磯部 有作	69
◇	<u>既存擁壁の改修工事例</u>	<u>鹿糠嘉津博・佐藤 秀人</u>	<u>73</u>
◇	小規模建築物の基礎免震採用事例—駿河湾地震における応答調査—	及川 孝則	77
◇	小規模建築物の制振の検討例	二川 和貴	81
◇	交通振動対策を加味した小規模建築物の地盤補強事例	橋本 光則	84
◇	特殊すべり材による戸建住宅向け「基礎下減震システム」の開発	菊地 武志	88
寄稿	災害防止対策と住宅地盤技術者への提言	田中 英輔	92
連載講座	基礎設計における諸問題と解決法		
	第1回 液状化の判定(1)—基準・指針に基づく判定—	千葉 久志・大橋 正	95
◇	日本の吊橋基礎の50年		
	最終回 総括その2:長大橋基礎の新しい問題と将来展望	吉田 巖	100
TOPIC	日本建築学会大会(東京)パネルディスカッション等の報告		102
インフォメーション	東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の 実態調査結果を公開/地盤工学会・国土交通省関東地方整備局		102

MARUFUJI
http://www.mrfj.co.jp

優れた経済性と安全性で、大地を結ぶシステム橋梁

- 飯桁タイプ
 高精度なシステム化によって、
早く安全な施工を実現
- トラスタイプ
 超軽量と高い剛性で、多彩な設計に
フレキシブルに対応
- 歩道タイプ
 架設も運搬も容易で、
作業の能率アップと経済性に貢献

ランドクロス



報文 既存擁壁の改修工事例

鹿糠 嘉津博* / 佐藤 秀人**

1. はじめに

東日本大震災3.11は、多くの地域に多大な被害をもたらした。今後は、この教訓を活かし宅地の研究・設計・施工に反映されなくてはならない。横浜の地形は丘陵地が7割以上を占め、雑壇状の宅地も多い。これらを支持する擁壁には、自然石を加工した間知石積み、大谷石を使用した石積み擁壁、コンクリート片やブロックなどを再利用したガンタ積など、多様な擁壁が存在しているが、中には十分な排水機構を伴わないもの、耐用年数を超えていると思われるもの、度重なる造成工事による2段・3段に増積みされたものなど、豪雨時や大地震時

などに崩壊の危険性を有するものも存在する。本報告では、構造・耐震性能、周囲環境、経済性などを配慮し、これに基づいて施工した宅地擁壁の改修例を紹介するとともに、擁壁背面に背面梁・つなぎ梁を有する2点支持式擁壁の耐震性能に関する模型実験について述べる。

2. 宅地擁壁の改修工事例

2.1 事例-1：O邸の改修工事例

O邸は、江戸時代から横浜市の高台にある宅地で、先祖代々受け継がれてきた由緒ある土地はバラ園であった。敷地は北から南へ傾斜し（高低差3.5m）、東側にはガンタ積擁壁で支持されているが、すでに耐用年数を超過しており、大きな亀裂も目立ってきている。平成23年に住居を新築することになったため、それに合わせて擁壁の改修工事を実施することになった。

図-1に平面図、図-2に側面図、図-3に標準貫入試験結果を示す。表層から5mまでは軟弱な粘土層があり、10mまでは $N=10$ 程度の砂層、それ以深は $N \geq 30$ の砂層あるいは粘土層となっている。

擁壁の改修に当り、在来工法である①間知ブロック練積擁壁、②L型擁壁を用いた場合の検討を行なった。

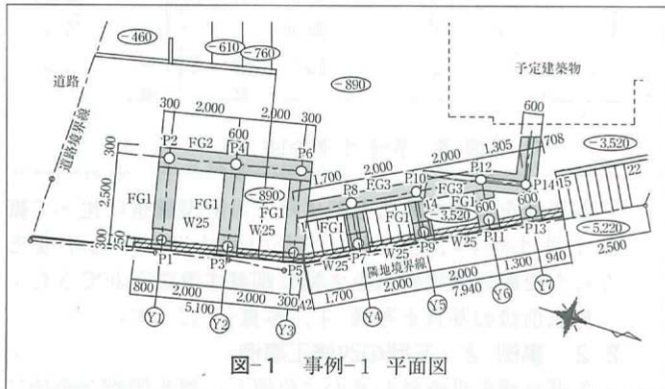


図-1 事例-1 平面図

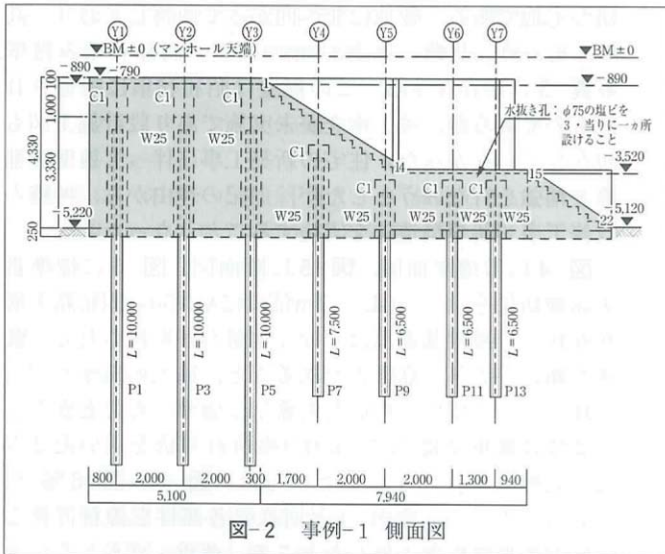


図-2 事例-1 側面図

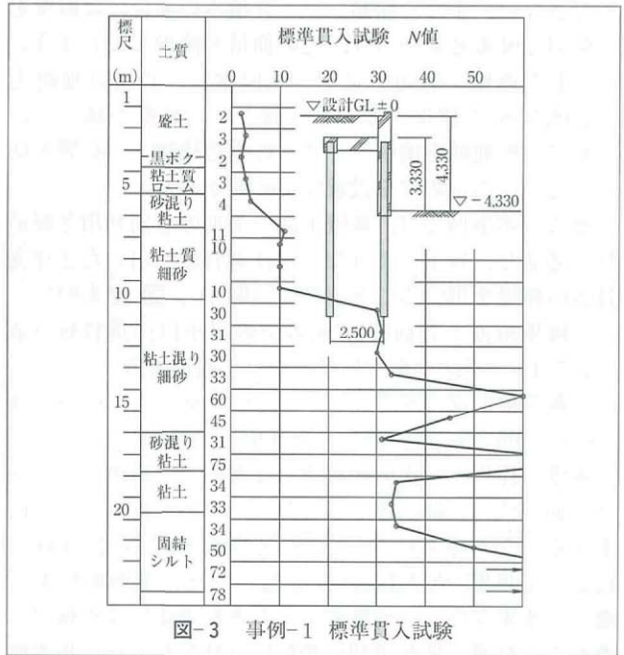


図-3 事例-1 標準貫入試験

* KANUKA Katsuhiko (有)カヌカデザイン 代表取締役

** SATO Hideto

日本大学 短期大学部 建設学科, 博士(工学)

横浜市西区戸部本町51-13 松村興産ビル2階

船橋市習志野台7-24-1



写真-1 事例-1 施工前 (ガンタ積擁壁)



写真-2 事例-1 施工後

① 間知ブロック積み擁壁：支持地盤が $N < 10$ の砂混り粘土であり、必要地耐力 125kN/m^2 を期待することができない。また、間知ブロック積みの場合には擁壁を傾斜させる必要があり、宅地面積が減少してしまう。

② L型擁壁：間知ブロックと同様に、必要計地耐力 200kN/m^2 を確保することが難しい。底盤の施工のためには広範囲を掘削し、さらに周辺建物への影響を防ぐために山留め壁を設置する必要がある。

そこで本事例では、擁壁上部の土地の有効利用と経済性を考慮し、以下のような小口径鋼管杭を用いた2点支持式の擁壁を用いることとした(図-1、図-2参照)。

① 擁壁前面と背面側2.5mの位置に小口径鋼管杭($\phi 267.4\phi \times t6.6$)を2列にわたって打設する。

② 擁壁前面部は厚さ250mmのRC壁を築造し、杭頭部は 600×700 のRC地中梁(つなぎ梁)で連結した。

擁壁に作用する土圧や地震力などの水平荷重は、前面と背面の杭に分散伝達されるため、構造・耐震性能が向上する。なお設計に当っては、建築基礎構造設計指針¹⁾によって擁壁-地盤系をモデル化した応力変形解析を行ない、水平震度0.25の地震時での各部の変形量を検討した。この結果、擁壁頂部の変位は常時で13.2mm、地震時で14.5mmとなり、十分に安全であることを確認した。

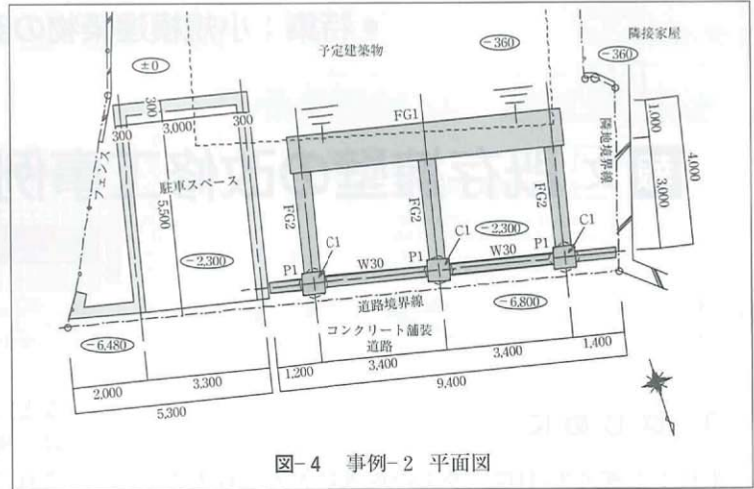


図-4 事例-2 平面図

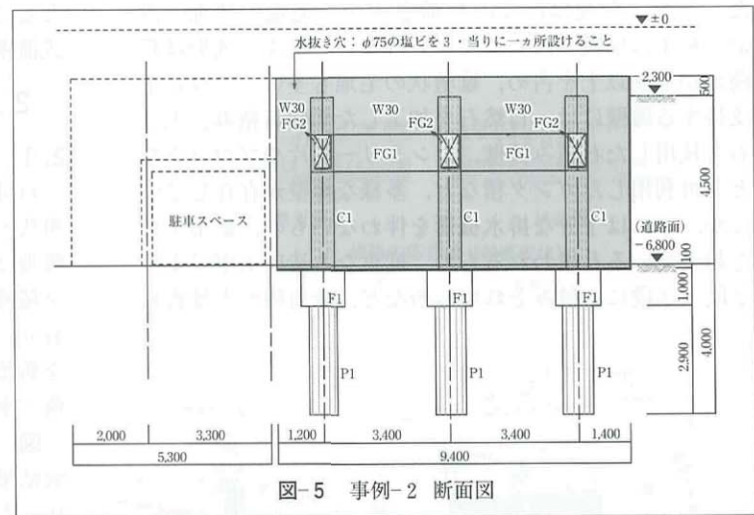


図-5 事例-2 断面図

本工法を適用することによって、L型擁壁に比べて掘削土量は約 $1/3$ となり、また山留め壁工事も不要となったため、施工費用を大幅に削減することができた。

施工前後の写真を写真-1、写真-2に示す。

2.2 事例-2：E邸の改修工事例

E邸は横浜港を望む高台に位置し、風光明媚な地域に建つ宅地である。敷地は北へ向かって傾斜しており(高低差6.8m)、北側に高さ3.0mの擁壁(間知石積み擁壁、写真-3)が存在する。この擁壁は昭和46年に築造されたものであるが、竣工検査が未実施であり設計施工図も現存していなかった。住宅の新築工事に伴って擁壁の補修・補強を行なおうとしたが、上記の理由から、擁壁の改修工事(新規築造)を実施することとなった。

図-4に敷地平面図、図-5に断面図、図-6に標準貫入試験結果を示す。GL-5m位置に $N > 50$ の固結粘土層が存在し、擁壁基礎部は十分な地耐力が期待される。敷地の傾斜が大きく高低差があること、施主が擁壁上部の土地を有効に使用したいとの希望が強かったことから、ここでは擁壁基礎部に $\phi 800$ の場所打ち杭を用いた2点支持式擁壁を採用することにした(図-4～図-6参照)。

設計に際して、事例-1と同様に各部材を線材置換した応力変形解析を実施したところ、荷重・変形ともに許容値以内となることを確認した(擁壁頂部変位は常時で

18.7mm, 地震時で19.7mm)。

なお本事例では、大手保険会社に協力をいただき、日本では初めてと思われる擁壁保険を適用することができた(PL法に関する10年保証)。戸建住宅の場合には品確法に基づく保証制度が平成7年からスタートしているが、今後は地盤改良工事や擁壁工事などの宅地地盤に関しても同様の保険制度は必須であると思われる、今後の展開が期待されるところでもある。

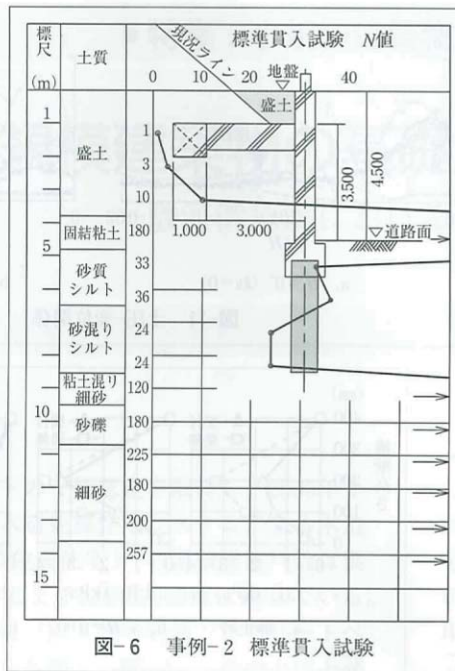


図-6 事例-2 標準貫入試験



写真-3 事例-2 施工前



写真-4 事例-2 施工前

3. 2点支持式擁壁に作用する土圧

背面梁やつなぎ梁を有する擁壁に作用する土圧や主動崩壊形状は、これがない場合は異なることが推測される。そこで、土槽を傾斜させて地震時の応力状態を模擬した2種類の模型実験をして、地盤の崩壊形状と土圧に関する検討を行なった^{9)~11)}。

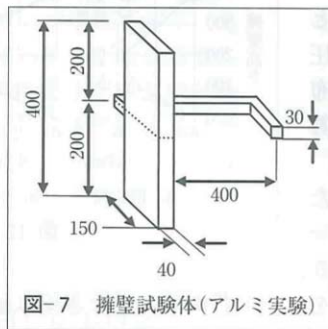


図-7 擁壁試験体(アルミ実験)

3.1 アルミ棒積層体を用いた崩壊形状観察実験

図-7に示すような、背面梁中間部を模擬した擁壁試験体を傾斜した実験ステージに設置し、長さ15cm、直径φ1.6mmとφ3.0mmの混成アルミ棒(質量比3:2)を使用した積層体模型地盤を作成する(内部摩擦角φ≒30°)。その後、擁壁試験体を水平移動させて模型地盤に生じるすべり線を観察した。なお、擁壁試験体の受圧面には厚さ1mmのテフロンシートを貼付して、壁面の摩擦を極力小さくした。

図-8は、ステージ傾斜角θ=0°および11.4°(想定水平震度k_h=0, 0.2)における外殻すべり線を示したものである。つなぎ梁のない試験体は、壁面下端からほぼ直線状にすべり線が発生しており、θ=0°のすべり線発生角度は約30°であった。つなぎ梁を有する試験体のすべり線は、擁壁下端からつなぎ梁に向かって発生し、つなぎ梁位置で屈曲して地表面へ到達している。これらの結果から、つなぎ梁の有無によってすべり線形状は大きく変化することが確認された。

3.2 乾燥砂地盤を用いた土圧計測実験

傾斜させた試験土槽(幅×高さ×奥行=500×500×750mm)に、図-9に示す擁壁試験体をセットし、空中落

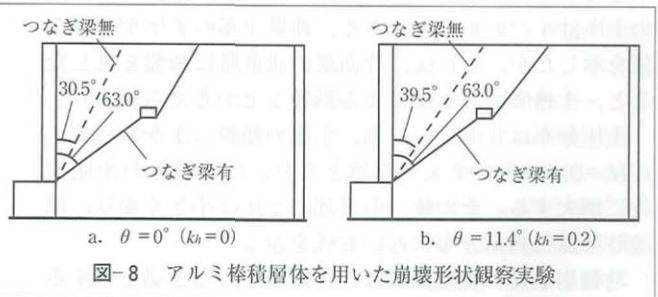


図-8 アルミ棒積層体を用いた崩壊形状観察実験

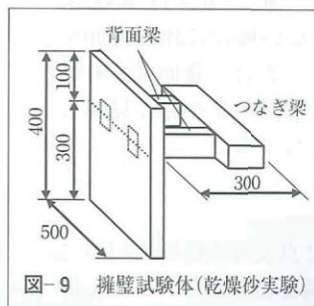


図-9 擁壁試験体(乾燥砂実験)

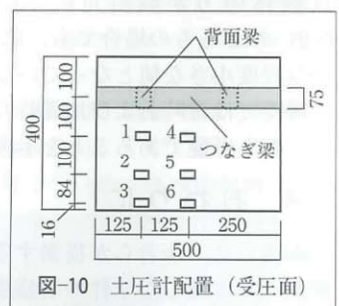


図-10 土圧計配置(受圧面)

下法によって乾燥砂模型地盤(珪砂5号, φ≒45°)を作成し、擁壁をステージと平行に変位させた。擁壁背面(受圧面)には計6台の土圧計をセットし(図-10)、模型地盤作成時からの土圧値を計測した。図-11に土槽傾斜角θ=0°と11.4°(k_h=0, 0.2)における土圧pと変

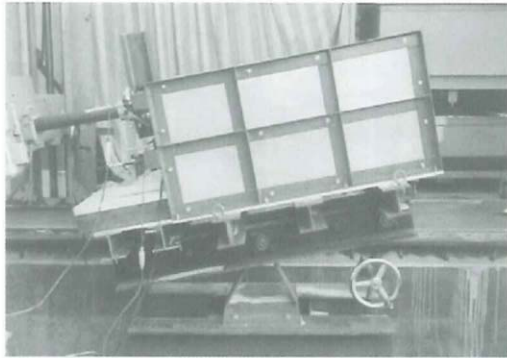


写真-5 乾燥砂による土圧計測実験

表-1 土圧係数

傾斜角 θ (deg)	水平震度 k_h	背面梁長 L (mm)	静止土圧 係数 K_0	主働土圧 係数 K_A	崩壊時変位 (y/H)
0	0	—	0.51	0.26	0.008
0	0	300	0.28	0.19	0.012
11.3	0.2	—	0.82	0.36	0.006
11.3	0.2	300	0.60	0.21	0.013

位 y の無次元量 (y/H , y : 擁壁変位, H : 擁壁高さ) との関係を示す。図-12に擁壁頂部の土圧値をゼロとし、土圧計間の土圧変化が直線であると仮定して求めた土圧分布図(土圧計4, 5, 6)、表-1に上記仮定に基づいて算出した土圧係数の一覧表を示す。

土圧-変位関係では、各土圧値は変位に伴っていったん上昇し、その後低下した後、 $y/H \approx 0.01$ 以降はほぼ一定値を示した。また、全体的に梁中間部(土圧計4, 5, 6)の方が端部(土圧計1, 2, 3)よりも大きな値を示した。また、静止土圧($y/H = 0$)は、背面梁中間部の土圧計4の値が最も大きく、擁壁下端の土圧が小さな値を示したが、これは、背面梁の設置時に地盤を乱したことで、土槽底面の摩擦による影響などが考えられる。

土圧分布は背面梁の有無、土層の傾斜にかかわらず、 $y/H = 0.002$ 前後で大きな値となり、中央付近の土圧値特に増大する。その後、中央部の土圧は小さくなり、崩壊時には三角形分布に近い形状を示した。

地盤崩壊時の土圧係数は、背面梁・つなぎ梁を有する試験体の方が傾斜角 $\theta = 0^\circ (k_h = 0)$, $\theta = 11.3^\circ (k_h = 0.2)$ のどちらの場合でも、梁のない場合に比べて30~40%程度小さな値となっている。これは、背面梁を有する擁壁では常時および地震時の土圧係数を小さく見積もることも可能であることを示唆している。

4. おわりに

本報では、著者らが提案する2点支持式擁壁を用いて、横浜市で実施した2件の改修事例を紹介した。また、模型実験によって、背面梁とつなぎ梁が常時や地震時の土圧を低減させる効果があることを確認した。

2点支持式擁壁は、①L型や逆T字型擁壁に比べて掘削範囲が小さく、近接建物が存在することの多い既存擁壁の改修に適している、②擁壁に傾斜を設ける必要がないので擁壁支持地盤を有効に利用することができる、③

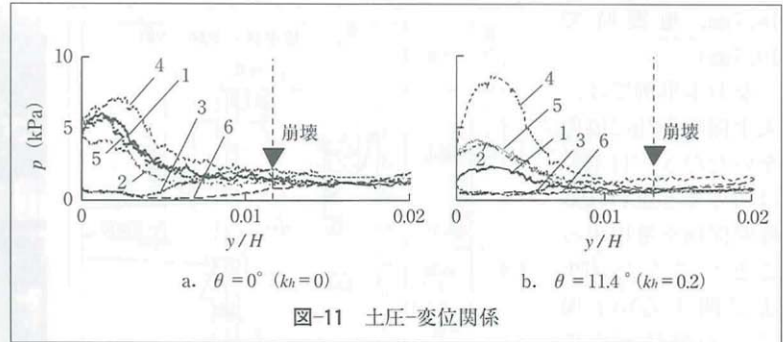


図-11 土圧-変位関係

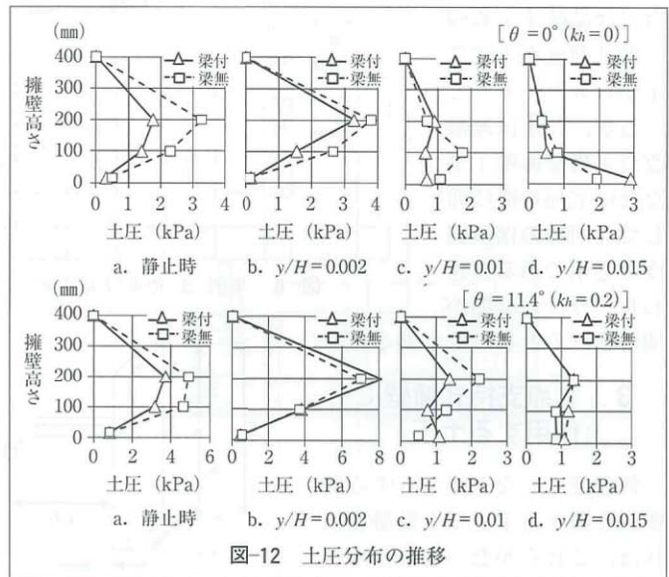


図-12 土圧分布の推移

背面梁・つなぎ梁は耐震性能を向上させる効果がある、④杭-擁壁-背面梁・つなぎ梁を架構としてとらえた応力解析によって、擁壁の変形性能についても検討することができる、などの利点を有する。今後は、杭基礎も含めた耐震性能の検討や、合理的で経済的な設計・施工手法への改良を行ない、さらに安全・安心な宅地擁壁へと発展させていきたいと考えている。

■参考文献

- 1) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針，2001。
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，平成14年3月。
- 3) 田村昌仁：建築物の基礎および敷地の耐震診断と耐震改修，基礎工，2006，10。
- 4) 国土交通省：我が家の擁壁チェックシート（案），2008，10。
- 5) 地盤工学会：宅地地盤の安全性と性能評価に関するシンポジウム，2005，7。
- 6) 鹿糠嘉津博，佐藤秀人：横浜における擁壁の補修・補強工事例，建築技術，pp.174~175，2007，4。
- 7) 鹿糠嘉津博，佐藤秀人：宅地擁壁の改修・補強事例，基礎工 pp.59~62，2007，8。
- 8) 鹿糠嘉津博，岡野泰三：宅地擁壁の改修・補強事例の紹介，基礎工，pp.116~119，2008，9。
- 9) 長倉裕磨，佐藤秀人，鹿糠嘉津博：背面梁を有する擁壁の耐震性能に関する研究 その1，その2，日本建築学会大会梗概集，2009。
- 10) 長倉裕磨，佐藤秀人，鹿糠嘉津博：背面梁を有する擁壁の耐震性能に関する研究 その3，日本建築学会大会梗概集，2010。
- 11) 野口学，佐藤秀人，鹿糠嘉津博：背面梁を有する擁壁の耐震性能に関する研究 その4，日本建築学会大会梗概集，2011。